


KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Marko Pehkonen, 1001056

Vesistöjen, saarien ja luotojen vapaa-ajan asuntojen
sähköistysvaihtoehtojen vertailututkimus

Opinnäytetyö
13.05.2015

 Karelia AMMATTIKORKEAKOULU	OPINNÄYTETYÖ Toukokuu 2015 Sähkötekniikan koulutusohjelma Karjalankatu 3 80220 JOENSUU	
Tekijä(t) Marko Pehkonen		
Nimeke Vesistöjen, saarien ja luotojen vapaa-ajan asuntojen sähköistysvaihtoehtojen vertailututkimus Toimeksiantaja		
Tiivistelmä Tässä opinnäytetyössä esitellään erilaisia sähköistämismahdollisuuksia vesistöjen, saarissa ja luodoilla sijaitseville vapaa-ajan asunnoille. Työssä tullaan käymään läpi vapaa-ajan asunnon liittäminen sähköverkkoon ja sen vaatimuksia. Lisäksi perehdytään sähköliittymän liittymismaksuihin sekä niiden hinnoitteluun, käyttäen esimerkkinä Pohjois-Karjalan alueella sähkön siirrosta vastaavaa PKS Sähkönsiirto Oy:tä. Tässä työssä tarkastellaan erilaisia omavaraisia sähköntuotannon menetelmiä, kuten tuulisähkö ja aurinkosähkö. Aurinkosähköstä ja tuulisähköstä tarkastellaan erilaisia tapoja käyttää niitä, riippuen vapaa-ajan asunnon sähköjärjestelmän syöttöjännitteestä. Lisäksi työssä perehdytään akuston ja tuotantolaitosten mitoittamiseen. Aurinkoenergiasta tarkastellaan myös aurinkolämmön käyttämistä vapaa-ajan asunnon lämmityksessä. Työssä käsitellään myös varavoimakoneen käyttöä sähköenergian lähteenä. Työn loppupuolella tullaan esittelemään kaksi toteutettua vapaa-ajan asunnon sähköistysratkaisua ja vertaillaan erilaisten sähköjärjestelmien kustannuseroja. Loppupuolella tarkastellaan, myös erilaisten sähköjärjestelmien mitoittamista esimerkkikohteeseen.		
Kieli suomi	Sivuja 69 Liitteet 15 Liitesivumäärä 19	
Asiasanat opinnäytetyö, vapaa-ajan asunto, sähköistys, omavarainen energia		

 Karelia UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	THESIS May 2015 Electrical engineering study program Karjalankatu 3 80220 JOENSUU FINLAND	
Author (s) Marko Pehkonen		
Title Electrification of Leisure Homes on Islands and Islets Commissioned by NKUAS and KUAS		
Abstract <p>In this thesis different ways of electrification of leisure homes on islands and islets will be introduced. The In this thesis also describes how one connects a leisure home to the electrical network and what is needed to do that. What is cost of connecting to the electrical network and what is the pricing method used behind it are also explained. Electricity company called Pohjois-Karjalan Sähkö corporation which operates in the area of North Karelia was used as an example of the pricing.</p> <p>In this thesis different ways to make use of self-sufficient energy production like wind power or solar power are introduced. Considering solar power and wind power, different ways of utilizing are explained, depending on the voltage level of the electrical system of the leisure home. In this thesis the process of sizing the accumulator battery and the power plant or power plants is introduced. For solar power, it is also explained how to use it as a heat source for heating a leisure home. Using a power generator for reserve power is also studied in this thesis.</p> <p>In the end of this thesis some existing implementations of electrical systems in leisure homes are introduced. A calculation was also made as an example of how much it would cost to make your own solar or wind powered electrical system.</p>		
Language Finnish	Pages 69 Appendices 15 Pages of Appendices 19	
Keywords thesis, holiday home, electrification, self-sufficient in energy		

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	5
2 Sähköliittymä.....	5
2.1 Liittyminen.....	5
2.1.1 Kaapelointi.....	7
2.2 Hinnoittelu.....	9
3 Energian tuotanto.....	11
3.1 Aurinkoenergia.....	11
3.1.1 Aurinkokeräimet.....	13
3.1.2 Aurinkopaneelit.....	16
3.2 Tuulienergia.....	19
3.3 Varavoimakone.....	21
3.4 Akuston ja tuotannon mitoittaminen.....	22
3.5 Asennukset.....	25
3.6 Sähkönjakeluverkkoon liittyminen.....	28
4 CASE-esimerkkejä.....	30
4.1 CASE 1: Vapaa-ajan asunto Pielisen rannalla.....	30
4.2 CASE 2: Vapaa-ajan asunto saarella Orivedellä.....	34
5 Vertailuja.....	40
5.1 12 V sähköjärjestelmä.....	41
5.2 230 V sähköjärjestelmä.....	46
6 Loppupohdinta.....	47
Lähteet.....	49
Liitteet.....	51
Liite 1.....	51
Liite 2.....	53
Liite 3.....	55
Liite 4.....	56
Liite 5.....	57
Liite 6.....	58
Liite 7.....	59
Liite 8.....	60
Liite 9.....	61
Liite 10.....	62
Liite 11.....	63
Liite 12.....	65
Liite 13.....	66
Liite 14.....	68
Liite 15.....	69

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua vesistöjen, saarissa ja luodoilla sijaitsevien vapaa-ajan asuntojen käytettäviin sähköistysratkaisuihin. Tässä työssä tullaan tarkastelemaan kuinka vesistöjen saarissa ja luodoilla voidaan liittyä sähköverkkoon ja mitkä ovat liittymisen kustannukset. Työssä esitetään samalla, mitä tulee ottaa huomioon sähköverkkoon liittymistä suunniteltaessa ja toteutettaessa. Työssä käsitellään myös erilaisia omavaraisia energiantuotannon menetelmiä ja niiden soveltamista omavaraiseen tuotantoon ja varavoiman tuotantoon. Tässä työssä käydään läpi varavoimakoneen, aurinkosähkön ja tuulisähkön mahdollisuuksia vapaa-ajan asuntojen sähköistämisen kannalta. Omavaraiseen sähköntuotantoon liittyen käydään myös läpi akuston koon mitoittamiseen vaikuttavia tekijöitä ja kuinka sähköverkkoon liitetyn vapaa-ajan asunnon tuotantolaitos, haluttaessa voidaan liittää osaksi sähköverkkoa. Lisäksi esitellään aurinkolämmön käyttömahdollisuuksia lämmöntuotantoon vapaa-ajan asunnossa. Tämän työn lopussa esitellään toteutettuja vapaa-ajan asunnon sähköistysratkaisuja ja esimerkkejä mitoittamisen laskutoimituksista.

2 Sähköliittymä

Tässä kappaleessa tarkastellaan, kuinka vapaa-ajan asunnon liittyminen sähköverkkoon tapahtuu ja mitä tulee ottaa huomioon liittymää suunniteltaessa ja toteuttaessa. Lisäksi tarkastellaan vesistöön asennettavan kaapeliin ja sen merkitsemiseen kohdistuvia vaatimuksia. Lopuksi tarkastellaan, mistä muodostuu sähköliittymän liittymismaksu. Hinnoittelussa käytetään sähköyhtiö Pohjois-Karjalan Sähkön Oy:n toiminta-alueella käytössä olevaa hinnoittelua.

2.1 Liittyminen

Verkonhaltijan velvollisuus on toiminta-alueellaan liittää jakeluverkkoonsa tekniset vaatimukset täyttävät sähkönkäyttöpaikat. Ehdot ja tekniset vaatimukset liittymisessä tulee toteuttaa tasapuolisesti ja ketään syrjimättä. Teknisissä vaatimuksissa on myös otettava huomioon sähköjärjestelmän toimintavarmuus ja tehokkuus. [1, Luku 4, 20§]

Sähkön siirrosta vastaa paikallinen sähköverkkoyhtiö. Pohjois-Karjalan alueella sähkön siirrosta vastaa PKS Sähkösiiro Oy ja tässä työssä tullaan käyttämään heidän toimintamalleja ja hinnoittelua. Sähkömarkkinalain mukaisesti Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n toimintamalli saaristojen osalta ei eroa mantereella käytetyistä toimintamalleista. Ensimmäiseksi saareen pyritään pystyttämään puistomuuntaja, johon tuodaan sähkönsyöttö lähimmältä jo olemassa olevalta muuntajalta. Sähkönsyöttö muuntamolle tapahtuu joko ilmakaapelilla, maakaapelilla tai vesistökaapelilla. Jos saareen johtaa silta tai valmis tie, niin tätä yhteyttä käytetään hyväksi ilma- tai maakaapeleilla. Yleisin toimintamalli muuntajan syötön suhteen saaristossa on vesistökaapeli. Puistomuuntamolta sähkönsyöttö vapaa-ajan asunnolle viedään yleensä ilmajohdoilla normaalin asennustavan mukaisesti. [2]

Ennen kaapelin sijoittamista veteen tulee selvittää vesialueen omistaja joko kiinteistöjärjestelmästä tai maanmittaustoimistosta. Kaapelin rantautumisen sijoitusluvasta ja korvauksista tulee sopia etukäteen kiinteistön omistajan kanssa. Useimmiten vesialueen omistajana on osakaskunta tai jakokunta. Lisäksi on otettava yhteyttä alueellisesti toimivaltaiseen aluehallintovirastoon ja selvitettävä, onko suunnitellun kaapelireitin kohdalle merkitty yleinen kulkuväylä tai uittoväylä. Myös merenkulkulaitokselta voidaan pyytää etukäteen ohjeistusta kaapelin sijoittamiselle. Kaapelin sijainti tulee aina merkitä karttaan ja kartan sijainnin täytyy perustua maastossa oleviin pysyviin kiintopisteisiin tai koordinaatistoon. [3, s. 1; 4, s. 603]

Osakaskunnan kanssa pyritään sopimaan vesilain mukaisesta oikeudesta käyttää vesialuetta. Osakaskunnalta on saatava osakaskunnan kokouksen päätös, tai kaikkien osakkaiden yksimielisyys, luvan saamiseksi. Vesilain mukaisesti vesitaloushankkeelle on aina oltava lupa lupaviranomaiselta, mikäli hanke saattaa muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä vedenkorkeutta tai virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä taikka pohjaveden laatua tai määrää. Kaapelin asennus tai asennustyö ei saa haitata vesiliikennettä tai puutavaran uittoa eikä vaikuttaa pohjavesiesiintymiin. Asennus ei myöskään saa aiheuttaa yleistä veden vähenemistä tai tulvimista, eikä vähentää luonnon kauneutta. [3, s.1; 4, Luku 3, 2§]

Vesilakia tulkiten vesikaapelin asentaminen vaikuttaa vähiten luontaiseen maisemaan, eikä sillä ole vaikutusta laivaliikenteeseen tai puun uittoon. Mahdollisen laivaliikenteen tai puun uiton aiheuttama mekaaninen kulutus tulee kuitenkin ottaa huomioon kaapelin suojauksessa.

2.1.1 Kaapelointi

Vesistöön asennettavan kaapelin tulee olla vedenpitävä ja sen vaipan tulee olla riittävän kestävä. Kaapelin tulee aina olla valmistajan ohjeiden mukaan soveltuva vesiasennuksiin, jos sitä vesistöön aiotaan asentaa. Jos vesistöön asennettavassa kaapelissa ei ole metallista kosketussuojausta, joka voitaisiin maadoittaa, on kaapeli suojattava rantaosuuksilla. Rannassa alaveden korkeudesta 2 metriin kaapeli täytyy suojata tai kaivaa maahan. Suojauksessa tulee ottaa huomioon rannan muoto, laatu ja todennäköiset mekaaniset rasitteet, kuten vesiliikenne tai jään ja veden korkeuden vaihtelut. Kuvassa 1 on nähtävissä keskijännitekaapelin rakenne, joka soveltuu maa-asennuksiin, hyllyasennuksiin sekä kanava-asennuksiin sekä sisällä että ulkona. [5, s. 601, 603]



Kuva 1. Keskijännitekaapeli
[Liite 1].

Kuvan 1 kaapeli käy myös pylväsasennuksiin ja vesistöasennuksiin. Kaapelissa kolme päällystettyä vaihetta on kerrattu kannattimen ympärille. Kaapelin rakenne on avattu numeroiden mukaan [Liite 1]:

1. Vesitiivis pyöreä tiivistetty alumiinijohdin
2. Puolijohtavat kerrokset

3. PEX-muovieriste
4. Alumiini-muovilaminaatti kosketussuoja, myös poikittaissuuntaisena vesitiivistyksenä
5. Säänkestävä musta Pe-muovi vaihevaippa
6. Vesitiivis pyöreä muutamalankainen, sinkitty teräsköysi (kannatin), joka on päällystetty mustalla säänkestävällä PE-muovilla

Kuvassa 2 on nimenomaan vesistöasennuksiin tarkoitettu kaapeli. Edelliseen kaapeliin verrattuna kuvan 2 kaapelissa on paperi, bitumi ja juutti armeerauspeti kaapeleiden ympärillä.



*Kuva 2.
Vesistökaapeli
[Liite 2].*

Armeerauspedin jälkeen tulee sinkitty teräspyörölanka-armeeraus ja lopuksi ulkosuoja, joka on tehty polypropeenilangasta. Kuvan 2 kaapeliin on mahdollista lisätä tarvittaessa valokuituyksiköitä tiedonsiirtoa varten. [Liite 2]

Kaapelin kulkuväli merkataan molemmille rannoille kaapelista varoittavalla kaapelitaululla. Taulussa lukee keltaisella pohjalla isoilla mustilla kirjaimilla ”KAAPELI”, ”KABEL” tai ”CABLE”. Lisäksi merkkiin liitetään johtotaulu, jossa lukee tietoja johdon laadusta kuten ”VESIJOHTO”. Kuvassa 3 on esitetty esimerkki kaapelitaulusta. [6]



Kuva 3. Kaapelitaulu [6].

2.2 Hinnoittelu

Verkonhaltijoilla on siirtovelvollisuus, joka velvoittaa heidät myymään sähkön siirtopalveluita, kohtuullista korvausta vastaan, kaikille niitä tarvitseville. Myynnin tulee kuitenkin tapahtua verkon siirtokyvyn rajoissa. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:llä hinnoittelumenetelmä on saaristoon tehtävällä syötöllä samanlainen kuin mantereellakin. Hinnoittelu perustuu kohteen etäisyyteen lähimmästä muuntajasta ja etäisyydet jaetaan neljään vyöhykkeeseen. Vyöhykkeet on esitetty numeroilla 1, 2, 2+ ja 3 niiden etäisyyden mukaan. [1, Luku 4, 20-21 §; 2; 7, s. 7]

Vyöhykkeistä saariston vapaa-ajan asuntoihin vaikuttava 2, 2+ ja 3 sillä vyöhyke 1 on tarkoitettu voimassa oleville asemakaava-alueille, pois lukien ranta-asemakaavat ja vanhat rantakaavat. Vyöhykettä 2 käytetään, kun olemassa olevaan 20/0,4 kV tai 20/1 kV muuntamoon on enintään 500 metriä. Vyöhykkeellä 2+ liittymäkokoo on aina 3 x 25A ja liittymä sijaitsee 1- ja 2 vyöhykkeen ulkopuolella, mutta enintään 700 metrin päässä muuntamoista. Vyöhyke 3 sijaitsee kaikkien edellä mainittujen vyöhykkeiden ulkopuolella. Taulukossa 1 on esitetty Pohjois-Karjalan sähkön hinnasto vyöhykkeiden mukaan 1.1.2015 alkaen. Taulukosta puuttuu vyöhykkeen 1 hintatiedot. [7, s. 7 ja 11]

Liittymän koko	Vyöhyke 2	Vyöhyke 2+
3 x 25A	4 275 €	7 450 €
3 x 35A	5 830 €	-
3 x 50A	8 120 €	-
3 x 63A	9 970 €	-
3 x 80A	12 330 €*	-
3 x 100A	14 980 €*	-
3 x 125A	18 250 €*	-
3 x 160A	22 880 €*	-
3 x 200A	28 200 €*	-
Pienjännite teholiittymä 0,4 kV		500 € + 141,9 €/kVA
* Minimimaksu. Mikäli verkoston rakentamiskustannukset ylittävät minimimaksun, liittymismaksu määräytyy rakennuskustannuksien mukaan.		

Taulukko 1. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n pienjänniteliittymien liittymismaksut 1.1.2015 alkaen [7].

Taulukossa 1 on nähtävissä eri kokoisten pienjänniteliittymien liittymismaksut pääsulakkeen mukaan lajiteltuina. Vyöhykkeellä 2 liittymän koon pysyessä 3 x 25- 63 A liittymismaksu on taulukon hinnoittelun mukainen. Liittymää päivitettäessä isompaan kokoon voidaan lisäliittymismaksu lasketa uuden ja vanhan liittymäkoon taulukkohintojen erotuksena. Suuremmissa liittymissä maksu määräytyy aina rakennuskustannusten perusteella. Maksu on kuitenkin aina minimissään taulukon hintojen mukainen. Vyöhyke 2+ on aina kustannuksiltaan taulukon mukainen. [7, s. 9]

Vyöhykkeellä 3 joudutaan aina laskemaan liittymän kustannuksia ja niiden mukaan määritellään laskutus. Kohteelle lasketaan keskimääräiset rakennuskustannukset ja niiden mukaan määritellään liittymämaksu ja lisäliittymämaksu. Liittymismaksu ja lisäliittymismaksu on vähintään kuitenkin vyöhykkeiden 2 ja 2+ taulukkohintojen mukainen. Taulukossa 2 on esitetty mahdollisista mittalaitteista syntyvät lisäkustannukset. [2; 7, s. 9 ja 11]

Pääsulakekoko	Asennusmaksu
3 x 25 – 3 x 63A	145 €/kpl
3 x 25 – 3 x 63A Yhteismittaus (väh. 5 mittaria)	83 €/kpl
Yli 3 x 63A	250 €/kpl

Taulukko 2. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n mittalaitteiden asennusmaksut 1.1.2015 alkaen [7].

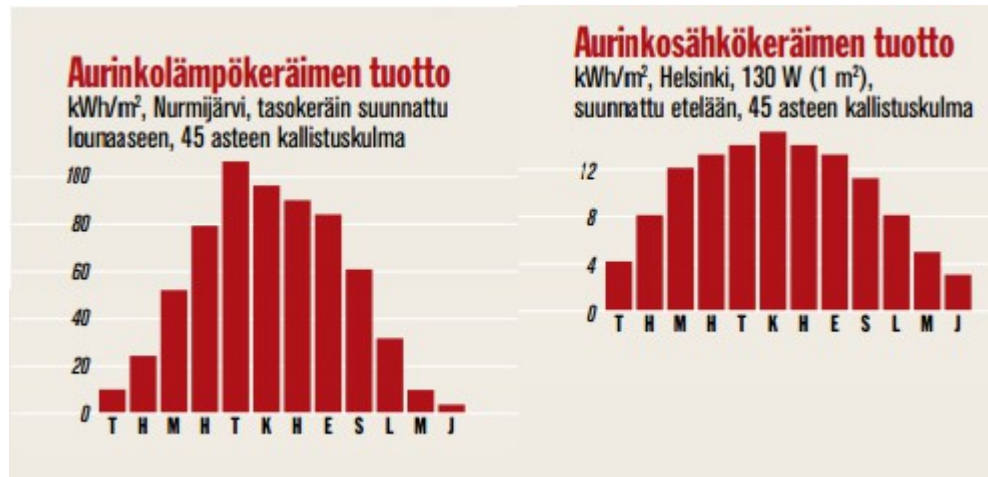
Edellä käytyjen hinnoittelujen etäisyydet muuntajille ovat Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n käyttämien karttaohjelmien suoria mitattuja etäisyyksiä. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:ltä voi pyytää normaalista poikkeavaa toteutusta liittymän rakennukseen, mutta muuten he rakentavat aina normaalin rakennustavan mukaisesti. Normaalista poikkeavan rakennustavan lisäkustannukset lisätään aina liittymän maksuun. [7, s. 10]

3 Energian tuotanto

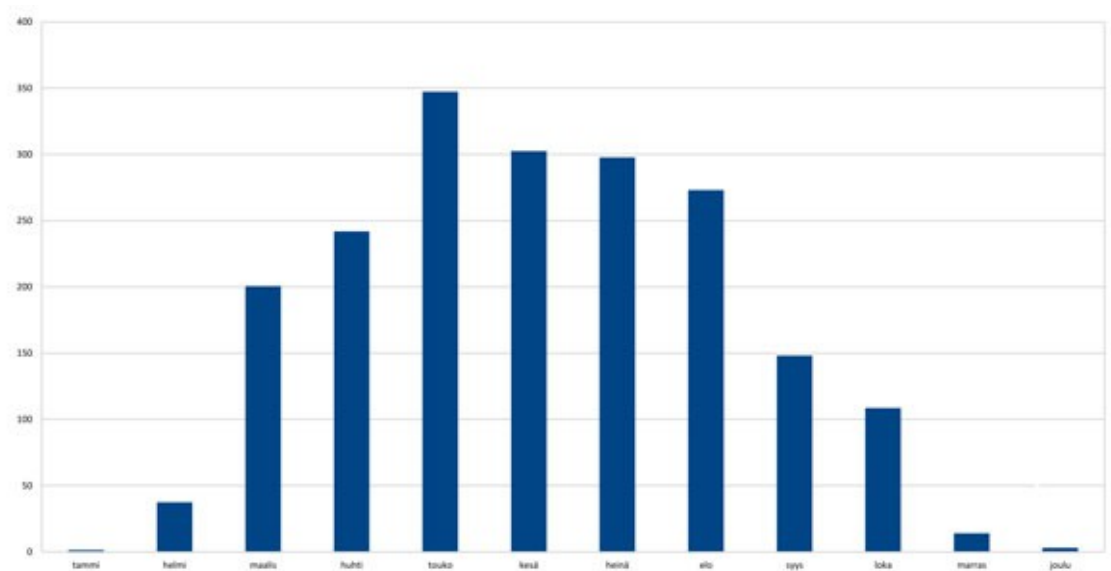
Tämän osion tarkoituksena on perehtyä oman energiantuoton mahdollisuuksiin vapaa-ajan asunnolla. Osiossa tarkastellaan kuinka aurinkolämpöä voidaan käyttää hyödyksi vapaa-ajan asunnon lämmittämisessä. Lisäksi tarkastellaan varavoimakoneen, aurinkosähkön ja tuulisähkön mahdollisuuksia energiantuotannossa omavaraisena voimana sekä varavoimana vapaa-ajan asunnossa. Sähköjärjestelmien jälkeen tutustutaan lainsäädännön asettamiin vaatimuksiin sähköjärjestelmän asennuksen kannalta. Sähköntuotannon metodeille käydään läpi myös sähköntuotantolaitosten ja akuston mitoitukseen liittyviä seikkoja. Lopuksi tässä osiossa tarkastellaan, kuinka oma sähköntuotantolaitos voidaan liittää sähköverkkoon ja mitä se vaatii.

3.1 Aurinkoenergia

Aurinko on ehtymätön energianlähde ja teknologian avulla auringon säteilyllä voidaan tuottaa lämpöä ja sähköä. Suomessa auringosta on saatavissa myös paljon energiaa ja sitä kannattaa hyödyntää. Kuvassa 4 on esitetty Helsingissä ja Nurmijärvellä sijaitsevien aurinkokeräimien energiantuotanto, vuoden ympäri. Kuvassa 5 on esitetty Helsingissä sijaitsevan voimalan energiantuotto. Tämä voimala on suunnattu etelään 40 asteen kulmassa. [8, s. 2; 9]



Kuva 4. Aurinkokeräimen tuotto Nurmijärvellä ja Helsingissä [8, s. 2].



Kuva 5. Energiantuoton jakautuminen kuukausille [9].

Kuvista 4 ja 5 on nähtävissä, että suurin auringosta saatava energian määrä Suomessa ajoittuu maaliskuun ja syyskuun väliselle ajalle. Aurinkosähkön ja aurinkolämmön tuotto keskittyisi siis juuri lämpimimpiin kuukausiin. Vapaa-ajan asuntojen kannalta paras aurinkosähkön ja aurinkolämmön tuottoon sopiva aika sattuisi juuri kesäkaudelle, jolloin ihmiset viettävät paljon aikaa vapaa-ajan asunnoillaan ja energiantarve on suurimmillaan. Markkinoilta löytyy monenlaisia aurinkopaneeleja ja aurinkokeräimiä ja niiden asentamiseen on monia erilaisia tapoja kuten kuvassa 6 on esitetty.

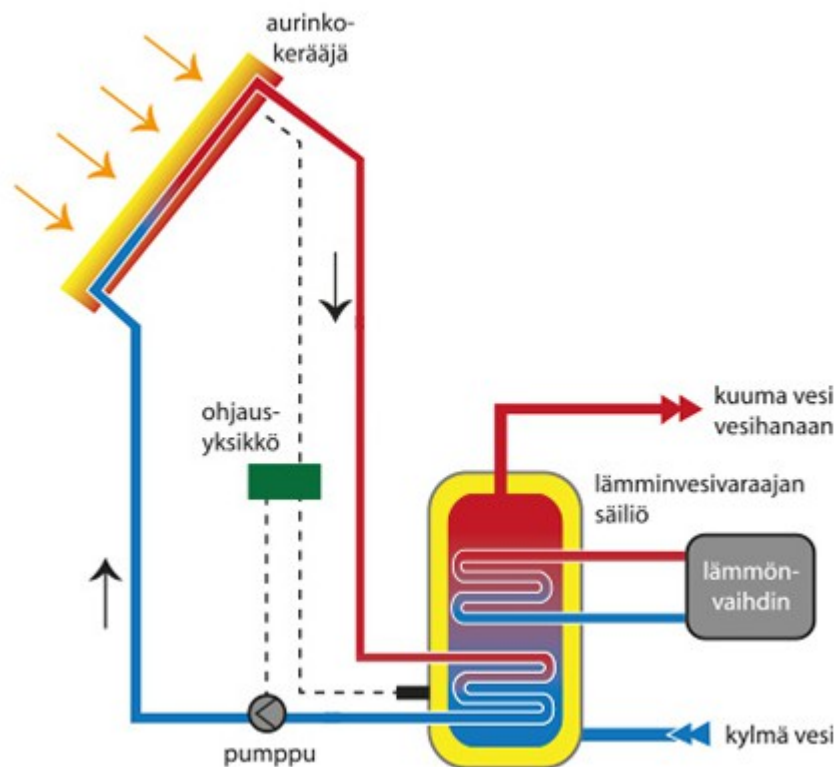


Kuva 6. Keräinten ja paneelien asennusvaihtoehtoja [8. Sivu 6].

Kuvan 6 mukaisesti paneelit tai keräimet voidaan asentaa katolle telineisiin joko katon suuntaisesti tai tiettyyn kulmaan (vasen ja oikea esimerkki). Paneelit tai keräimet voidaan myös upottaa kattorakenteisiin jo rakennusvaiheessa (toinen vasemmalta) tai paneelit tai keräimet voidaan asentaa talon seinälle (kolmas vasemmalta). Aurinkopaneelit ja aurinkokeräimet on paras asentaa siten, että aurinko pääsee paistamaan niihin esteettömästi mahdollisimman pitkän ajan päivästä.

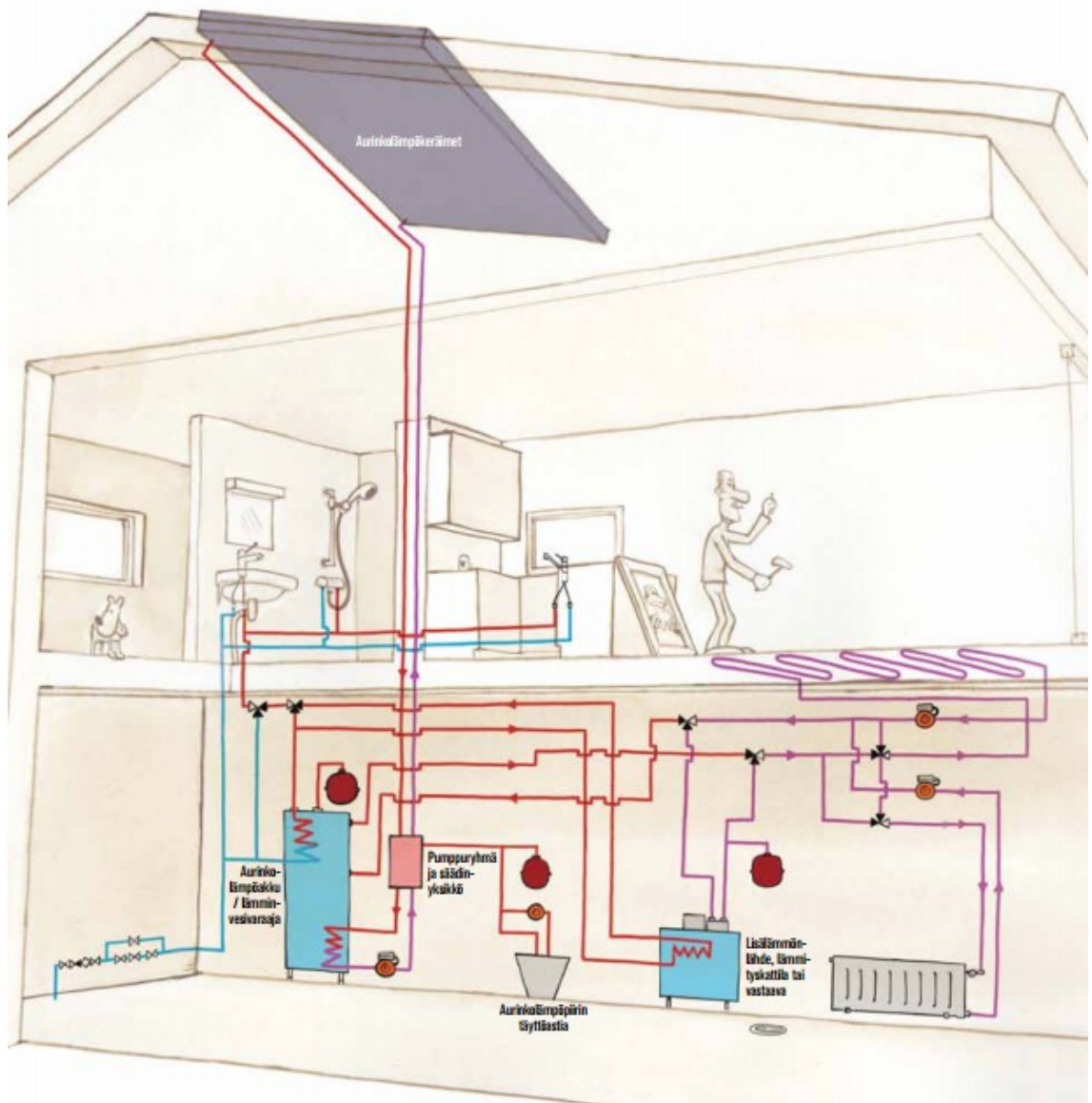
3.1.1 Aurinkokeräimet

Aurinkoenergiasta tuotetaan lämpöä aurinkokeräimillä. Keräimissä auringon lämpö varastoidaan nesteeseen, jolla lämpöä voidaan edelleen suunnata sisäilman tai käyttöveden lämmitykseen tai varata lämminvesivaraajaan myöhempää käyttöä varten. Aurinkokeräimien päätyyppejä ovat tasokeräin ja tyhjiöputkikeräin. Tasokeräimessä kulkee sisällä keruuputkisto, joka on usein tehty kuparista. Putkiin on rakennettu sivulevyt, joiden avulla pyritään maksimoimaan auringon lämpöä varastoiva pinta-ala. Tyhjiöputkikeräimessä lämmönkeruuputkisto on sijoitettu lasisen tyhjiöksi imetyn putken sisälle. Erona tasokeräimen ja tyhjiöputkikeräimen välillä on se, että tyhjiöputkikeräin voi vastaanottaa auringon säteilyä useammasta eri kulmasta kuin tasokeräin. Tasokeräimen tyhjiöputkikeräimen lisäksi on olemassa myös keskittäviä keräimiä, joita ei ole vielä kaupallisesti hyödynnetty lämmön tuotannossa, sekä kuumailmakeräimiä, joissa lämmön siirtämiseen käytetään nesteen sijaan ilmaa. Kuvassa 7 on esitetty aurinkokeräinjärjestelmän toimintaperiaate. [10, 11]



Kuva 7. Keräinjärjestelmän toimintaperiaate [12].

Kuvan 7 mukaisesti katolle asennettava aurinkopaneeli kerää auringon lämmön talteen nesteeseen tai ilmaan ja kuljettaa lämmitetyn veden lämminvesivaraajaan. Aurinkokeräimen järjestelmään kuuluu ohjausyksikkö, johon sisältyy säätimet, pumppu, lämpötila-anturit, varoventtiili ja paisunta-astia [12]. Ohjausyksikkö pitää huolen siitä, että aurinkokeräimen sisäinen virtaus pysyy sopivana saatuun lämpöarvoon suhteutettuna. Kuvassa 8 on esitetty aurinkokeräinjärjestelmä osana asunnon kokonaisvaltaisesta lämmitysjärjestelmästä.



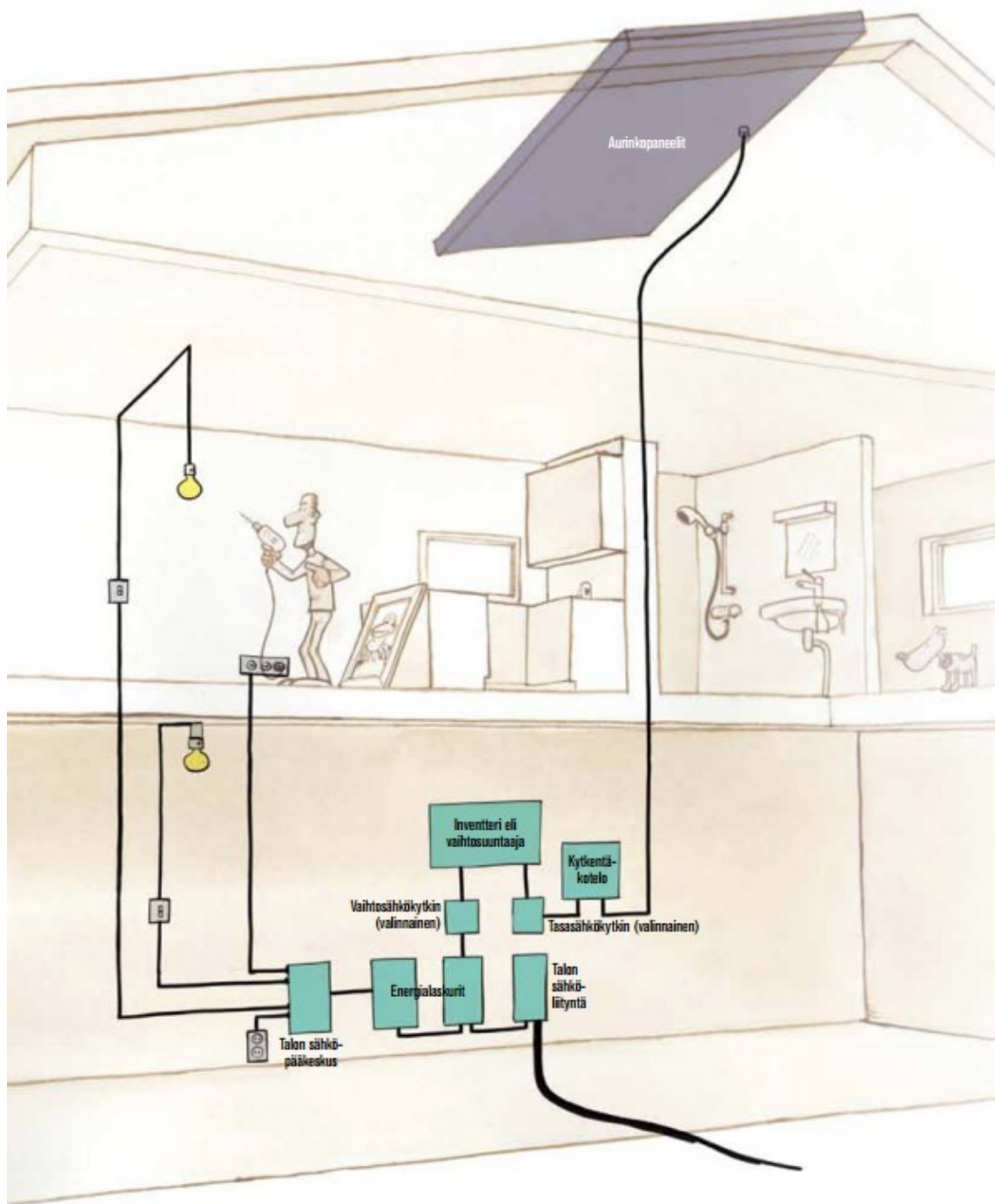
Kuva 8. Lämmitysjärjestelmä [8, s. 4-5].

Kuvasta 8 on havaittavissa, että aurinkokeräin on yhdistettynä vain lämminvesivaraajaan, josta lämmin vesi jaetaan ympäri taloa. Lisäksi järjestelmään kuuluu aurinkolämpöpiirin täyttöastia, johon voidaan lisätä keräimissä kiertävää nestettä [8, s. 3-5]. Kuvasta nähdään, että lämminvesivaraajaa lämmitetään myös lämmityskattilassa lämmitetty vesi. Tässä tapauksessa aurinkolämpöjärjestelmä on tukena normaalin lämmitysjärjestelmän rinnalla.

Aurinkokeräimillä voidaan lämpöä kerätessä päästä jopa 85 prosentin hyötysuhteeseen [10]. Vapaa-ajan asunnolle, jossa vietetään lähinnä kesäpäiviä tai -viikkoja, aurinkolämpöjärjestelmä toimii hyvin runsaan aurinkoenergian saannin vuoksi. Ympäri vuotiseen käyttöön aurinkolämpöjärjestelmän rinnalla olisi hyvä olla jokin muu järjestelmä, kuten puulämmitys tai sähkölämmitys. Aurinkolämpöjärjestelmä tulisi kuitenkin varmasti vähentämään muun lämmitysjärjestelmän kuluja. Uusittavaan kohteeseen tulisi kuitenkin investoida uusi lämminvesivaraaja, johon aurinkokeräimen voisi yhdistää. Jo yksittäinen keräin voi maksaa 500-1500 euroa, riippuen siitä, kuinka kehittyneen ja suuren kokonaisuuden haluaa.

3.1.2 Aurinkopaneelit

Aurinkopaneeleilla voidaan tuottaa osa tai kaikki tarvittavasta sähköstä. Aurinkosähköjärjestelmä on sovitettavissa talon sähköjärjestelmään ja omavarainen aurinkosähköjärjestelmä soveltuu hyvin esimerkiksi vapaa-ajan asunnon, veneen tai asuntovaunun sähköistykseen kesällä. Paneelit koostuvat moduuleista, joita voidaan asentaa haluttu määrä tarvittavan sähkötehon mukaan. Aurinkosähkön etu on sen joustavuus tilanteen ja kohteen mukaan. Kuvassa 9 on nähtävissä esimerkki aurinkopaneelin avulla toteutetusta sähköjärjestelmästä. [8, s. 9]



Kuva 9. Aurinkopaneelijärjestelmä [8, s. 9].

Aurinkopaneeli tuottaa tasasähköä. Tasasähkö voidaan muuttaa 230 V vaihtosähköksi vaihtosuuntaajan avulla, kuten kuvassa 9 on esitetty. Omavaraiseen aurinkosähköjärjestelmään kuuluu akusto, johon paneelit varastoivat tuotetun tasasähkön, sekä lataussäädin, joka pitää huolen etteivät akut pääse yllilatautumaan tai syväpurkautumaan. Paneelien jännitetaso on yleensä mitoitettu lataamaan 12 voltin akkuja. Jos järjestelmä on liitetty sähköverkkoon, niin akustoa tai lataussäädintä ei tarvita sillä ylimääräinen tuotettu ja verkkovirraksi muutettu energia siirretään suoraan sähköverkkoon. Omavaraista aurinkosähköjärjestelmää on mahdollista täydentää tarvittaessa muulla varavoimalla, kuten pientuulivoimalalla tai varavoimakoneella. Varavoimakoneen rinnalla aurinkosähkö vähentää merkittävästi varavoimakoneen polttoaineen kulutusta. Sähköverkkoon liitettyssä aurinkosähköjärjestelmässä tulee olla lukittava turvakytkin, jolla se saadaan irrotettua sähköverkosta luotettavasti ja alueen vastaavalla sähkönjakeluyhtiöllä tulee olla esteetön pääsy kyseiselle kytkimelle. [8, s. 9; 9]

Aurinkosähköä voi myös käyttää 12 ja 24 voltin järjestelmien sähköistämiseen. Vapaa-ajan asunnoille on esimerkiksi saatavissa 12 ja 24 voltin käyttöjännitteellä toimivia jääkaappeja, kahvinkeitin ja led-valaisimia. Jos vapaa-ajan asunnossa on erilaisia tehoja vaativia kodinkoneita, kuten TV ja pölynimuri, voidaan asentaa kaksi eri tehoista invertteriä. Pienempi invertteri vähemmän tehoa vaativille laitteille, kuten TV:lle ja isompi invertteri hetkellisesti isompia tehoja vaativille laitteille, kuten pölynimurille. Näin isompaa invertteriä tarvitsee käyttää vain, kun sille oikeasti on tarvetta. Järjestelmän asentajan tulisi aina olla perehtynyt alaan, mutta alle 50 voltin vaihtojännitteisiin tai 120 voltin tasajännitteisiin laitteistoihin on sallittua tehdä sähköalan töitä riittävää huolellisuutta noudattaen. Olisikin suositeltavaa toteuttaa pienempien vapaa-ajanasuntojen omavarainen aurinkosähköjärjestelmä 12 tai 24 voltin järjestelmänä. Pienempi vapaa-ajan asunnon sähköjärjestelmä vaatii vähemmän investointeja akustoon ja paneeleihin [9; 13, s. 28, 10§].

Kesäisin päivittäisessä tai viikoittaisessa käytössä oleville vapaa-ajan asunnoille aurinkosähköjärjestelmä on erittäin toimiva omavarainen sähköjärjestelmä. Aurinkopaneeleilla saa rakenneltua itselleen millaisen ja minkä kokoisen aurinkosähköjärjestelmän haluaa. Myös sähköverkkoon liitettyssä vapaa-ajan asunnossa aurinkosähköjärjestelmä voi käyttämättömänä ollessaan tuottaa ja siirtää sähköä verkkoon. Pidempiaikaiseen vapaa-ajan asunnon käyttöön aurinkosähköjärjestelmän rinnalle voisi harkita varavoimaa, kuten tuulisähköä tai varavoimakoneen. Sähköverkkoon liitettyssä vapaa-ajan asunnossa aurinkosähköjärjestelmä vähentää sähköverkosta otettua kulutusta.

3.2 Tuulienergia

Tuulienergiaa on saatavissa kevästä pitkälle syksyyn. Tarvittaessa tuulienergian käyttö onnistuu jopa ympärivuotisesti. Tämä mahdollistaa vapaa-ajanasunnon käytön jopa talvisaikaan. Tuulivoimalan tuottaman sähkön määrään vaikuttaa eniten tuulivoimalan pyyhkäisyypinta-ala . Kuvassa 10 on esitetty erilaisia tuulivoimalatyyppejä. [14; 15, s. 20]

Pystyakselinen tuulivoimala



Windside



Darrieus

Potkurimallinen tuulivoimala



Kuva 10. Erityyppisiä tuulivoimaloita [15, s. 19].

Yleisin ja monelle tutuin tuulivoimalatyyppejä on kuvassa 10 esitetty ”potkurimallinen tuulivoimala”. Tämän tyyppisen vaakakselisen tuulivoimalan pyyhkäisyala mitataan potkurin piirtämän ympyrän pinta-alana. Napakorkeus lasketaan potkurin akselin ja maan pinnan väliltä. Yleensä vaakakselisella tuulivoimalalla päästään suurempaan pyyhkäisyalaan ja tehokertoimeen kuin pystyakselisilla tuulivoimaloilla. Vaakakselinen tuulivoimala on rakennettu yleensä juuri tietylle nimellistuulen nopeudelle. Vaakakselisen tuulivoimalan on toimiakseen aina osoitettava kohti tuulta. [15]

Kuvassa 10 esitetyt Darrieus, Windside ja pystyakselinen tuulivoimala ovat kaikki ”pystyakselisiä voimaloita”. Pystyakselisessä voimalassa voimalan ei tarvitse erikseen kääntyä tuulen suuntaan kuten vaakakselisessä voimalassa. Pystyakselinen tuulivoimala toimii kaikilla tuulen suunnilla. Pystyakselisella tuulivoimalalla pyyhkäisyala lasketaan pyörivän roottorin suurimman tuulta vastaan kohtisuoran pinta-alan mukaan. Napakorkeus pystyakselisella tuulivoimalalla määritetään roottorin pyyhkäisyalan keskipisteen etäisyydestä maan pintaan. [16]

Tuulivoimalla voidaan tuottaa sähköä ympäri vuoden, mutta se vaatii sopivan tuulen. Tuulivoimala pitää myös nostaa mahdollisten tuulen esteiden yläpuolelle. Vapaa-ajan asunnossa näitä esteitä ovat todennäköisimmin puut sekä rakennukset. Tuulivoimala tuottaa käydessään jonkin verran melua, tuulen nopeudesta riippuen. Tuulivoima on kuitenkin hyvä lisä omavaraiseen sähköntuotantoon vapaa-ajan asunnolla itsekseen tai muun energiantuotannon rinnalla. Sähköverkkoon liitetyssä vapaa-ajan asunnossa tuulivoimalla tuotettua sähköä voidaan myös siirtää sähköverkkoon, kun tuotannon määrä ylittää kulutuksen.

3.3 Varavoimakone

Varavoimakone eli aggregaatti on generaattorina toimiva polttomoottori. Niiden tyypillisimpiä käyttötarkoituksia on varavoimana käyttö sekä verkon ulkopuolella pääomaisena voimana. Aggregaatteja löytyy eri kokoisina ja niillä voidaan tuottaa 230 voltin vaihtojännitettä joko yksivaiheisena tai kolmivaiheisena. Laitteesta riippuen, aggregaatilla voi tuottaa 12, 24 tai 48 voltin tasavirtaa laitteesta riippuen. Aggregaatilla voidaan syöttää sähköä suoraan vapaa-ajan asunnon sähkönsyöttöön tai sen avulla voidaan ladata kohteen akustoa. Kuvassa 11 on esitetty kaksi erilaista aggregaattia. [17]



Kuva 11. Aggregaatteja [18].

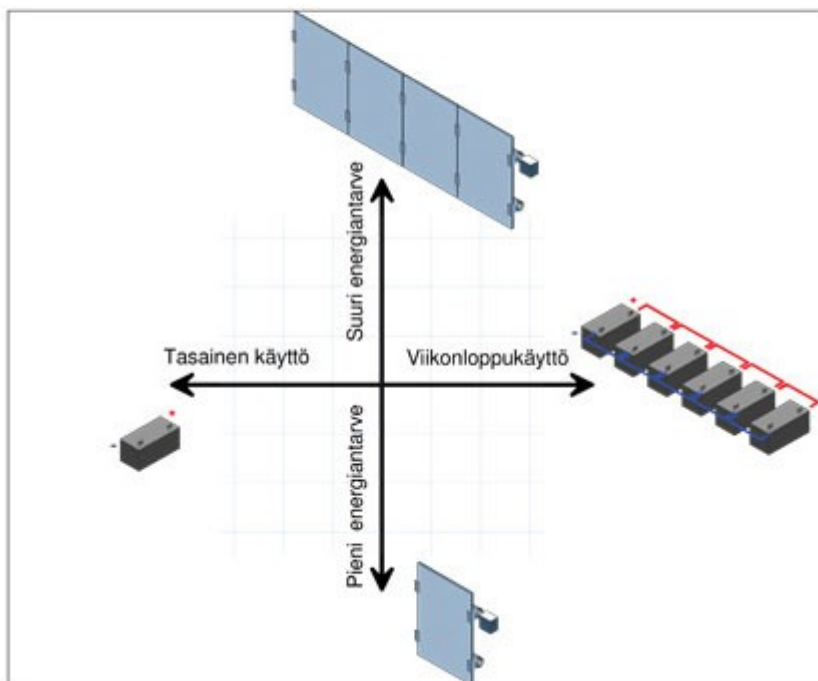
Aggregaatteja on valmistettu moneen eri tarkoitukseen ja niiden koko voi vaihdella käsin liikuteltavasta autolla vedettävään malliin. Kuvassa 11 on esitetty 70 kVA:n perävaunuun rakennettu aggregaatti ja pienempi käsin liikuteltava aggregaatti. Aggregaatti tarvitsee sähköntuotantoon polttoainetta, joten se ei välttämättä ole paras yksittäinen oman energiantuotannon ratkaisu. Aggregaatti sopiikin hyvin vapaa-ajan asuntojen varavoimaksi yllätystilanteissin, kuten sähkökatkosten ajaksi. Aggregaatti käy myös aurinkosähkön tai tuulisähkön rinnalle, jos kulutus on suurempi kuin aurinkojärjestelmä tai tuulijärjestelmä pystyy tuottamaan. Aggregaatti tuottaa yleensä kovaa melua, joten sen käyttö pääasiallisena virranlähteenä ei välttämättä ole miellyttävin ratkaisu.

3.4 Akuston ja tuotannon mitoittaminen

Vapaa-ajan asunnossa tuotettu sähkö varastoidaan akkuihin, mikäli vapaa-ajan asunto ei kuulu sähköjakeluverkkoon. Akkujen määrään vaikuttaa se, millaisia laitteita vapaa-ajan asunnollasi käytetään ja kuinka usein niitä käytetään. Kuvassa 12 on esitetty akkujen ja aurinkopaneelien määrän suhde toisiinsa [10].



Aurinko C akkukapasiteetin ja paneelien määrän valinta

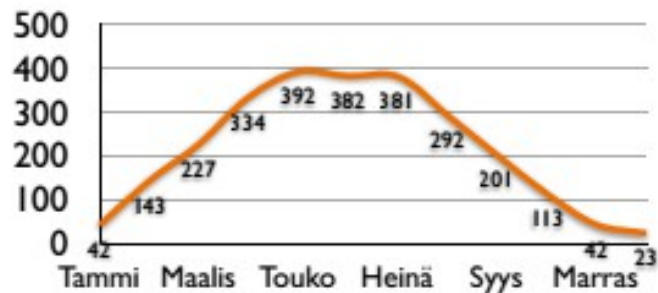


Kuva 12. Akkujen ja aurinkopaneelien suhde [10].

Kuvan 12 mukaisesti paneelien tai muiden sähkölaitosten ja akuston määrät voidaan määritellä kahden muuttujan mukaan. Kuinka suuri on energiantarve ja millainen on energian käyttöaste. Eli toisin sanoen, kuinka paljon kohteessa on sähköä tarvitsevaa sähkökalustoa sekä kuinka usein ja pitkään kalusto tarvitsee energiaa. Tasainen kevyt käyttö vaatii pienemmän akuston kuin raskas viikonloppukäyttö. Pieni energiantarve vaatii vähemmän paneeleja ja pienempiä tuotantolaitoksia kuin suuri energiantarve. Pienillä tuotantolaitoksilla akut siis latautuvat hitaammin kuin suurilla tuotantolaitoksilla.

Iso akusto tekee mahdolliseksi sähköjärjestelmän toimivuuden jopa päivinä, joina tuotantolaitos ei pysty tuottamaan tarpeeksi sähköä, esimerkiksi tuulettomana tai pilvisenä päivänä. Lisäksi suuri akusto antaa käyttöön suuren hetkellisen tehon. [16, s. 10-14]

Tarvittavien tuotantolaitosten tehot lasketaan vapaa-ajan asunnon kulutuksen mukaan. Listaamalla kaikkien kohteen laitteiden tehontarpeet, saadaan selville mahdollinen maksimikulutus. Omavarainen sähköntuotantojärjestelmä kannattaa varmuuden vuoksi ylimitoittaa noin 20-30%. Kuvassa 13 on esitetty nimellisteholtaan 100 W paneelin vuorokauden keskimääräinen tuotanto kunkin kuukauden mukaan. [16, s. 10-14]



Kuva 13. Nimellisteholtaan 100 W paneeli, Wh/vrk [16, s. 15].

Tarkastellaan esimerkkiä sähköntuotannon mitoituksesta. Vapaa-ajan asunnon sähköjärjestelmän päivittäinen sähköenergiankulutus on 500 Wh/vrk. Esimerkin vapaa-ajan asuntoa käytetään vain huhtikuun ja elokuun välisenä aikana. Tällöin kuvan 13 mukaisesti pienin 100 watin paneelin energiantuotto tapahtuu elokuussa ja on suuruusluokkaa 292 Wh/vrk. Tällöin saadaan tarvittavien nimellisteholtaan 100 W paneelien määrä X kaavalla

$$X = \frac{E_{\text{kulutus}}}{E_{\text{tuotanto}}} \quad (1)$$

jossa

E_{kulutus} = Kohteen päivittäinen energiankulutus [Wh]

E_{tuotanto} = Nimellisteholtaan 100 W aurinkopaneelien keskimääräinen energiantuotanto tarkasteltavalla ajanjaksolla [Wh]

Kaavaan 1 perustuen saadaan tarvittavien aurinkopaneelien määräksi

$$X = \frac{E_{\text{kulutus}}}{E_{\text{tuotanto}}} = \frac{500 \text{ Wh}}{292 \text{ Wh}} = 1,71.$$

Tuloksen perusteella tarvitaan siis nimellisteholtaan 171 W edestä paneelitehoa, jotta sähköjärjestelmä toimii. Tätä lukua kannattaa varmuuden vuoksi hieman nostaa, että järjestelmässä varmasti riittää sähköä. Tähän esimerkkiratkaisuun voisi asentaa nimellisteholtaan kaksi 100 W:n paneelia tai yhden 200 W:n paneelin.

Tarkastellaan seuraavaksi toista esimerkkiä akuston mitoittamisesta. Käytetään edellisen esimerkin järjestelmää, jossa vapaa-ajan asunno sähköenergiankulutus oli 500 Wh/vrk. Akuston mitoituksessa tulee tässä kohteessa ottaa huomioon, että täysillä akuilla vapaa-ajan asunnolla tulisi pystyä viettämään aikaa yhtäjaksoisesti neljä päivää ja neljännen päivän jälkeen akuissa pitäisi olla laskennallisesti jäljellä vielä 50 % energiaa. Tällöin tarvittava akkujen kokonaisenergia E_{kok} määritetään kaavalla

$$E_{\text{kok}} = \frac{d * E_{\text{kulutus}}}{X} \quad (2)$$

jossa

d = Käyttöpäivien määrä

E_{kulutus} = Kohteen päivittäinen energiankulutus [Wh]

X = Akuston haluttu energiataso prosentuaalisesti d :n päivän jälkeen

Kaavaa 2 käyttäen, saadaan akustolta vaadittavaksi kokonaisenergiaksi

$$E_{\text{kok}} = \frac{d * E_{\text{kulutus}}}{X} = \frac{4 * 500 \text{ Wh}}{0,5} = 4000 \text{ Wh}.$$

Saadun kokonaisenergian avulla voidaan laskea tarvittava akkukapasiteetti I_{kap} kaavalla

$$I_{\text{kap}} = \frac{E_{\text{kok}}}{U} \quad (3)$$

jossa

$$E_{\text{kok}} = \text{Akuston kokonaisenergia [Wh]}$$

$$U = \text{Sähköjärjestelmän nimellisjännite [V]}$$

Kaavaa 3 käyttäen saadaan 12 V:n järjestelmässä tarvittavan kapasiteetin vähimmäisarvo käyttäen aiemmin laskettua kokonaisenergian arvoa

$$I_{\text{kap}} = \frac{E_{\text{kok}}}{U} = \frac{4000 \text{ Wh}}{12 \text{ V}} = 333 \text{ Ah}.$$

Saatujen tulosten perusteella, edellä mainitussa tapauksessa voitaisiin kytkeä rinnan kaksi kappaletta 160 Ah akkua, jolloin saavutettaisiin 320 Ah:n kapasiteetti. Kappaleessa 5 esitellään esimerkkejä mitoitettujen laitteistojen hinnoista.

3.5 Asennukset

Kauppa- ja teollisuusministeriö määrittelee päätöksessään sähkötoita tekeville henkilöille pätevyysvaatimukset. Perusvaatimuksena sähkötoita tekevällä henkilöllä on, että hänet on opastettu tai hän on perehtynyt tehtävänsä ja sähköturvallisuuteen. Sähkötoista, joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa tai häiriötä, on määritelty, että riittävää turvallisuutta noudattaen on henkilöllä lupa tehdä seuraavanlaisia sähkötoita. Sallittua on irrottaa tai kiinnittää enintään 250 voltin nimellisjännitteisten asennusrasioiden peitekansia. Lisäksi 250 voltin nimellisjännitteellä on sallittua tehdä asennus-, korjaus- ja huoltotoita tai muita näihin rinnastettavia toimenpiteitä yksivaiheisten pistotulppien, liitosjohtojen, jatkojohtojen ja sisustusvalaisimien kohdalla. Riittävää huolellisuutta noudattaen on myö sallittua tehdä sähkötoita, jotka kohdistuvat korkeintaan 50 voltin vaihtojännitteellä toimivaan laitteistoon tai korkeintaan 120 voltin tasajännitteellä toimivaan laitteistoon. Käyttötyöt laitteistossa, jonka jännitteiset osat on suojattu tahattomalta koskettamiselta ja omaan käyttöön rakennettujen sähkölaitteiden korjaaminen harrastustoimintana kuuluvat myös töihin, joita saa tehdä, riittävää huolellisuutta noudattaen. [13, s. 28, 9-10§]

Sähköalan ammattitaitoa edellyttävissä töissä vaaditaan henkilöltä koulutusta tai perehtymistä ja työkokemusta, jotta henkilö olisi riittävän ammattitaitoinen valvomaan ja itsenäisesti tekemään koulutustaan ja työkokemustaan vastaavan alan sähkö- ja käyttötyötä. Tällaiseksi henkilöksi katsotaan henkilö, joka on kyseisiin töihin opastettu ja hän on suorittanut soveltuvan tekniikanalan korkeakoulututkinnon, sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon, ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöissä. Henkilö, joka on suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut vuoden työkokemuksen sähkötöissä, on myös riittävän ammattitaitoinen valvomaan ja itsenäisesti tekemään sähkö- ja käyttötöitä. Myös kuuden vuoden työkokemuksella sähkötöistä ja riittävällä alaan perehtymisellä voidaan henkilö luokitella riittävän ammattitaitoiseksi. [13, s. 28, 11§]

Sähkötöitä valvomaan tulee nimetä työnjohtaja. Työnjohtajaa ei tarvitse nimetä edellä mainittuja vähäistä vaaraa tai häiriötä aiheuttavia sähkötöitä varten. Lisäksi edellä mainitut ammattitaitoisuuden vaatimukset täyttävä henkilö voi tehdä sähkötöitä ilman nimettyä työnjohtajaa, kun sähkötyöt kohdistuvat henkilön oman tai lähisukulaisen hallinnassa olevan asunnon tai asuinrakennuksen sähkölaitteistoon. Tehdyille rakennus- ja korjaustöille on tehtävä varmennustarkastus ellei kyse ole vähäisestä toimenpiteestä. Lähisukulaiseksi määritellään puoliso, omat tai puolison lapset, vanhemmat ja isovanhemmat. Työnjohtajaa ei myöskään tarvitse nimetä pieniin kertaluontoisiin sähkötöihin, jos sähkötyöntekijällä on kyseisen sähkötyön tekemiseen oikeuttava pätevyystodistus. Näitä pätevyystodistuksia ovat sähköpätevyys 1, 2 ja 3 ja ne oikeuttavat toimimaan työnjohtajana. Kuvassa 14 on esitetty katolle valmiiksi asennetut aurinkokeräimet. [13, s. 28-30 12-14§, 29§]



Kuva 14: Aurinkokeräimet katolle asennettuna [13].

Aurinkopaneeli- tai keräinjärjestelmän asennukseen ei yleensä tarvita erillistä toimenpidelupaa, jos paneelit asennetaan kuvan 14 mukaisesti katon suuntaisesti, suorakaiteen muotoiseksi kokonaisuudeksi ja kiinnitysrakenteet eivät jää häiritsevästi näkyviin. Myös seinälle aurinkopaneelin saa yleensä asentaa ilman toimenpidelupaa.

Ennen asentamista on kuitenkin aina hyvä tarkistaa luvan tarpeellisuus kunnan rakennusvalvonnalta. Tuulivoimalan rakentaminen vaatii kuitenkin aina joko rakennusluvan tai toimenpideluvan. Lähinnä pieniä kotitarvekäyttöön suunniteltuja tuulivoimaloita voidaan toteuttaa toimenpideluvalla. Muussa tapauksessa tuulivoimala yleensä vaatii rakennusluvan. [9, 19,]

Joensuun kaupunki on asettanut rakennusjärjestyksessään, millaiset työt vaativat rakennus- tai toimenpidelupan. Pienikokoisten aurinkopaneelijärjestelmien asentamiseen ei ranta-alueilla tai haja-asutusalueilla tarvitse toimenpidelupaa. Toimenpidelupa tarvitaan, jos paneelien kokonaispinta-ala kasvaa yli 30m^2 . Tuulivoimalan kokonaiskorkeus lasketaan maasta voimalan lavan korkeimpaan kohtaan. Ranta-alueilla tuulivoimalan pystyttämisestä on tehtävä ilmoitus, jos kokonaiskorkeus on enintään 10 metriä. Toimenpideluvan tuulivoimalan pystytys tarvitsee, kun voimalan kokonaiskorkeus on yli 10-30 metriä. Kokonaiskorkeudeltaan yli 30 metrisen tuulivoimalan pystyttämiseen vaaditaan rakennuslupa. Kontiolahden kunnan rakennusjärjestyksessä tuulivoimalan korkeudelle on asetettu rajaksi 10 metriä ja sen pystyttäminen ranta-alueelle vaatii toimenpideluvan. [20, s.6; 21, 22]

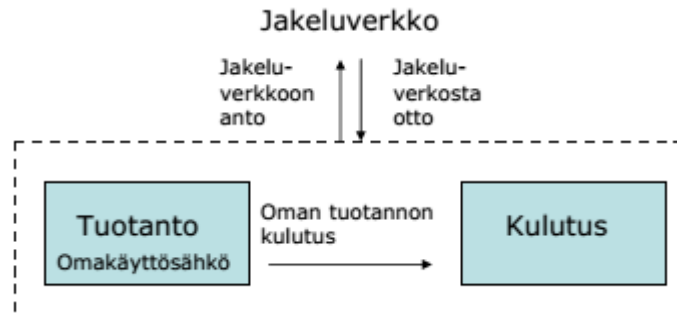
Ammattitaitoiseksi luokiteltu henkilö voi tehdä sähköitä oman tai lähisukulaisten vapaa-ajan asunnon sähköistämässä. Lainsäädännön mukaan sisarukset eivät kuulu lähipiiriin, joten veljen tai siskon auttaminen tai avuksi pyytäminen ei ole lain mukaan sallittua. Henkilö, joka ei ole luokiteltu ammattitaitoiseksi ei voi tehdä sähköitä vapaa-ajan asunnossaan, kun nimellisjännite ylittää 50 voltia vaihtojännitettä tai 120 voltia tasajännitettä. Vapaa-ajan asunto, jossa käytetään 12- tai 24 voltin nimellisjännitettä on näin ollen täysin mahdollista rakentaa omin voimin. Sähkötyöt tekemään tarvitaan sähköurakoinnin yritys, kun nimellisjännite nousee yli asetettujen rajojen ja itse ei ole luokiteltu ammattitaitoiseksi. Sähköpätevyystodistuksen omaava henkilö ei myöskään voi tehdä itsenäisesti suurempia sähköitä henkilölle, joka ei kuulu lähipiiriin. Aurinkopaneelien ja -keräimien asentamiseen ei yleensä tarvita toimenpidelupaa. Aina tulisi kuitenkin tarkistaa kohteen kunnan rakennusvalvonnalta kunnan omat säädökset aurinko- tai tuulisähköjärjestelmien rakentamisesta.

3.6 Sähkönjakeluverkkoon liittyminen

Ennen tuotantolaitoksen rakentamista olisi hyvä ottaa yhteyttä paikalliseen verkonhaltijaan, jotta liittymispaikan soveltuvuus laitokselle voidaan todeta. Tuotantolaitoksen käyttöönotto voi vaatia sähköverkon vahvistamista. Verkonhaltijalle tulee lähettää tiedot tuotantolaitoksen laitteistoista ja lisäksi verkonhaltija voi vaatia vielä erinäisiä teknisiä dokumentaatioita laitoksesta. Sähköverkkoon tehtävät muutokset voivat vaatia oman asennusaikansa, joten aikainen yhteydenotto verkonhaltijaan voi säästää tuottajan aikaa. Ennen laitoksen käyttöönottoa tulee verkonhaltijan kanssa tehdä verkkopalvelusopimus ja tuotannon liittymissopimus. [23, s. 1-2]

Vain asianmukaiset sähköasennusluvat omaava ammattitaitoinen henkilö saa suorittaa tuotantolaitoksen kytkemisen jakeluverkkoon. Tuotantolaitokset liitetään jakeluverkkoon yleensä kolmivaiheisena, mutta myös enintään 16A sulakesuojauksen taakse tuleva tuotantolaitos voidaan liittää yksivaiheisesti. Tuotantolaitoksen liittymispisteessä kulutettu ja tuotettu sähkö on mitattava erikseen. Yli 3x63A laitoksissa oman tuotannon kulutus tulee mitata erikseen. [23]

Pienemmissä tuotantolaitoksissa kulutus ja tuotanto voidaan kuitenkin mitata samalla mittarilla sähkökäyttöpaikan liittymässä. Kuvassa 15 on esitetty nuolilla mitattavat sähköenergian siirrot ja kulutukset jakeluverkon ja tuotantolaitoksen välillä. Katkoviivalla merkattu laatikko kuvaa tuotantolaitoksen kiinteistöä. [23]



Kuva 15. Tuotantolaitoksen sähkön mittaaminen [23, s. 3].

Verkonhaltijalla on vastuu mitata verkkoon tuleva ja sieltä otettu sähköenergia (kuvassa 15 ”Jakeluverkkoon anto” ja ”Jakeluverkosta otto”). Jakeluverkkoon kytketty mittari on näin verkonhaltijan omistuksessa ja verkonhaltija huolehtii mittarin lukemisesta. Tuotantolaitoksen oma kulutus (kuvassa 15 ”Oman tuotannon kulutus”) ja sen mittaus on sähkön tuottajan omalla vastuulla. Ennen laitoksen verkkoon liittämistä vaaditaan, että tuotetulla sähköllä on ostaja. Ostajan tulee toimia sähkömarkkinoilla, kuten esimerkiksi sähkön vähittäismyyjänä. [23]

Pohjois-Karjalan Sähkö Oy voi liittää verkkoonsa rinnalle tuotantolaitoksia. Tuotettua sähköä voidaan siirtää osittain tai kokonaan jakeluverkkoon ja sähköntuotantolaitteisto voidaan kytkeä jakeluverkkoon suoraan tai kohteen oman sähköverkon kautta. Tuotantolaitoksen liittymisen liittymismaksu ja lisäliittymismaksu määräytyvät laitoksen koon mukaan. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:llä on hinnastoissaan toimintamallit alle 2 MVA ja yli 2 MVA tuotantolaitoksille. [7, s. 9-10]

Alle 2 MVA tuotantolaitoksissa liittymismaksuun kuuluvat liittämisen välittömät kustannukset, kuten johdot ja kojeasennukset. Lisäksi hintaa voi nostaa muut kustannukset, kuten suojausjärjestelyt tai kytkentämuutokset. [7, s. 10]

Lisäliittymismaksu määräytyy samalla periaatteella kuin liittymismaksu. Lisämaksussa otetaan huomioon verkoston rakentamis- ja muutuskustannukset. Jos tuotantolaitoksen koko kasvaa yli 2 MVA:n, niin lisäliittymismaksu lasketaan yli 2 MVA:n liittymismaksun ja aikaisemmin maksetun liittymismaksun erotuksena. Yli 2 MVA:n laitoksilla liittymismaksu koostuu pitkälti samoista tekijöistä kuin alle 2 MVA:n tuotantolaitoksella. Välittömien rakennuskustannuksien sekä muiden kustannuksien lisäksi yli 2 MVA:n tuotantolaitoksen liittämisestä peritään kapasiteettivarausmaksu, joka määritellään €/kVA. Lisäliittymismaksu määritellään edelleen kuten edellä rakentamiskustannusten ja muutuskustannusten mukaan. Lisänä yli 2 MVA tuotantolaitoksessa otetaan myös kapasiteettivarausmaksun nousu. [7, s. 10]

4 CASE-esimerkkejä

Tässä osiossa tarkastellaan toteutettuja vapaa-ajan asuntojen sähköistysratkaisuja ja tarkastellaan niiden kustannuksia. Lisäksi esitellään erilaisia parannuksia ja vaihtoehtoja kohteiden sähköjärjestelmiin.

4.1 CASE 1: Vapaa-ajan asunto Pielisen rannalla

Ensimmäisen vierailun kohde on vapaa-ajan asunto, joka sijaitsee Lieksassa Pielisen rannalla. Vapaa-ajan asuntoa ei ole kytketty sähköverkkoon, mutta vapaa-ajan asunnolta löytyy aurinkosähköjärjestelmä ja tuulivoimajärjestelmä. Vapaa-ajan asunnon aurinkosähköjärjestelmä on hieman vanhempi ja tarkoituksena on yhdistää tuulisähköjärjestelmän ja aurinkosähköjärjestelmä yhteisellä lataussäätimellä. Kuvassa 16 on nähtävissä kohteen aurinkopaneelit ja tuulivoimala.



Kuva 16. Kohteen Tuulivoimala ja aurinkopaneelit.

Tuulivoimala on asennettu 28 metrin korkeuteen. Vierailuhetkellä sää ei ollut tarpeeksi tuulinen tuulivoimalan toiminnalle. Tuulivoimalan kannassa olevan laakerin avulla tuulivoimala kääntyy aina tuulta kohti ja tuulen yltyessä tuulivoimalalle liian voimakkaaksi tuulivoimala kääntyy tuulesta pois päin. Tuulivoimalan nimellisteho on 2 kW ja voimalan pitäisi tuottaa sen verran tuulen nopeuden ollessa 10-12 m/s. Kohteessa oli mitattu suurimman saadun tuulivoimalan teho, kun tuulennopeus oli ollut 18-20 m/s. Tällä tuulella tuulivoimala oli tuottanut 3 kW. Tuulen nopeutta mitataan tornin huipulle asennetun langattoman sääaseman kautta.

Kuvan 16 oikeassa alareunassa ja kuvassa 17 näkyy kaksi nimellisteholtaan 90 W:n tehoista aurinkopaneelia. Aurinkopaneelit on asennettu siten, että niiden suuntausta ja kulmaa pystyy manuaalisesti muuttamaan auringon paisteen mukaan. Vierailuhetkellä paneelit olivat pystyssä, ettei lumi kasaantuisi niiden päälle.

Kohteeseen on suunnitteilla automaattinen moottorisäätö, joka säätäisi paneelien asentoa valomäärän tai kellon mukaan. Nykyisellään paneeleita pitää säätää 3-4 kertaa päivässä. Tuulivoimala oli maksanut noin 2 000 euroa säätimen kanssa ja tornin rakentaminen noin 500 euroa. Aurinkopaneelien hinta oli ollut 200-400 euroa.



Kuva 17. Kohteen Aurinkopaneelit.

Kuvassa 18 on esitetty kohteen akusto. Vapaa-ajan asunnon omistaja oli saanut akut edullisesti tehtaan vanhoista akuista, jotka oli poistettu käytöstä uusien tieltä. Vierailun aikana aurinkosähköjärjestelmä ja tuulisähköjärjestelmä kuuluivat vielä eri järjestelmiin. Aurinkosähköjärjestelmä syötti 12 voltin järjestelmää ja tuulisähköjärjestelmästä muunnettiin 230 voltin vaihtosähköä. Valaistus ja televisio on kytketty 12 voltin järjestelmään ja jääkaappi on kytketty 230 voltin järjestelmään.



Kuva 18. Kohteen akusto.

Kuvassa 18 oikealla on kahdeksan kappaletta nimellisjännitteeltään 6 V:n ja 200 Ah:n akkuja. Aurinkosähköjärjestelmä käyttää näitä akkuja ja ne on kytketty antamaan 12 V:n jännitettä 800 Ah kapasiteetilla. Vasemmalla näkyvät mustat suuremmat akut ovat nimellisjännitteeltään 24 V akkuja. Yksittäisen akun kapasiteetti on 500 Ah ja niiden päällä oleva harmaa laatikko on invertteri, joka muuntaa akustosta tulevan tasasähkön vaihtosähköksi. Akustosta riittää täyteen ladattuna virtaa jopa kahden viikon oleskeluun. Samanlaisella kokoonpanolla toteutetun akuston hinta nousee todella suureksi. Kaksi kappaletta nimellisjännitteeltään 24 V ja kapasiteetiltään 500 Ah akkuja maksaisi yhteensä noin 11 600 euroa [Liite 3]. Loppujen kahdeksan nimellisjännitteeltään 6 V ja kapasiteetiltään 200 Ah akkujen hinnaksi tulisi yhteensä noin 1 640 euroa [Liite 4]. Kokonaishinnaksi akustolle tulisi siis noin 13 240 €.

Kohteen mukainen sähköjärjestelmä olisi täysin toteutettavissa saaristossa. Järjestelmän voisi tarvittaessa liittää myös yleiseen sähköjakeluverkkoon, joka myös mahdollistaisi ylimääräistä tuulivoimalla ja aurinkoenergialla tuotetun sähköenergian myynnin. Järjestelmä toimii loistavasti myös täysin omavaraisena energiaratkaisuna. Järjestelmän hinnaksi tulisi noin 3 000 euroa ilman akustoa. Akuston kokoa olisi aiheellista pienentää, mikäli vapaa-ajan asunnolla ei ole tarkoitus oleskella pitkiä jaksoja tai käyttää paljon sähköenergiaa kuluttavia kodinkoneita. Suunnitteluvaiheessa, rakennus- tai toimenpidelupaa hakiessa, ongelmia voi esiintyä esimerkiksi maston noustessa lähialueella olevia puita korkeammalle. Kohteessa maston korkeudesta oli lupien haun yhteydessä aiheutunut pieniä vaikeuksia. Alunperin masto ei olisi saanut nousta yli puiden latvojen, mutta tässä tapauksessa neuvotteluiden jälkeen masto saatiin nostaa puiden yläpuolelle.

4.2 CASE 2: Vapaa-ajan asunto saarella Orivedellä

Toisen vierailun kohteena oleva vapaa-ajan asunto sijaitsee Liperissä, Orivedellä saarella. Kyseinen vapaa-ajan asunto on liitetty sähköjakeluverkkoon. Saareen tulee syöttökaapeli vesiteitse ja kaapelin rantautumiskohta voidaan määrittää rannalta löytyvän kaapelikyltin avulla. Kuvassa 19 on näkyvissä kyseisen kohteen vesistökaapelin rantautumiskohta saaren puolella. Kuvasta voidaan nähdä, että rantautumisen jälkeen sähkönsiirto jatkuu ilmajohdotuksilla eteenpäin.



Kuva 19. Vesistökaapelin rantautumiskohta.

Rantautumisen jälkeen sähkönsyöttö viedään saareen asennetulle pylväsmuuntajalle. Kuvassa 20 on esitetty kyseinen kohteen lähistöllä sijaitseva pylväsmuuntaja. Kyseiseen pylväsmuuntajaan on liitetty ainakin viiden saarella sijaitsevan kohteen sähkönsyöttö. Tarkasteltavan kohteen vapaa-ajan asunto sijaitsi noin 350 metrin päässä puistomuuntamolta ja syöttö kohteelle jatkui muuntamolta ilmakaapelilla.



Kuva 20. Kohteen pylväsmuuntaja.

Kuvassa 21 on nähtävissä kohteeseen tuleva ilmakaapeli. Kaapeli laskeutuu kyseisen viimeisen pylvään kohdalla maahan ja pylväältä syöttökaapeli jatkuu maakaapelina kohteen pääkeskukselle, jossa sijaitsevat myös pääsulakkeet sekä etäluettava energiamittari.



Kuva 21. Kohteelle pylväältä alas laskeutuva liittymiskaapeli.

Kohteessa on etäluettava energiamittari. Kuvassa 22 on esitetty kohteen pääsulakkeet ja energiamittari. Pääsulakkeet ovat kooltaan 3x25 A ja kohteen vuosittainen keskimääräinen energiankulutus on 14 kWh/vuosi. Vapaa-ajan asunto on pääasiassa käytössä kesäaikaan, jolloin suurimman energiankulutuksen aiheuttaa jääkaappi ja televisio. Kohteen vapaa-ajan asunto on kuitenkin asuttavissa ympäri vuoden ja sen lämmitysmuotona toimii puulämmitys.



Kuva 22. Kohteen pääsulakkeet ja energianmittaus.

Vapaa-ajan asunnossa oli jo rakennusvaiheessa otettu sähköistäminen huomioon ja lähes kaikki johdotukset oli putkitettu uppoasennuksina. Liittymismaksu oli viisi vuotta sitten ollut noin 4 200 €. Liittymismaksu on samaa suuruusluokkaa taulukossa 1 esitetyn viimeisimmän Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n liittymishinnaston kanssa. Vierailun kohde sijaitsee vyöhykkeellä 2 ja sen pääsulakekoko on 3x25 A, joka tarkoittaa kyseisen taulukon mukaan 4 275 euron liittymismaksuja. Sähkö Sopimuksesta aiheutuu omistajan mukaan kuluja vuosittain noin 220 euroa kuukausimaksuina. Kuukausimaksuja peritään, vaikka kohteessa ei olisi kyseisenä aikana kulutusta. Kuvassa 23 on esitetty vapaa-ajan asunnon sisällä sijaitseva ryhmäkeskus.



Kuva 23. Kohteen sähkökeskus.

Kohteen energiankulutus on suhteellisen pieni. 14 kWh vuodessa on noin 38 Wh/päivä. Tässä on otettava kuitenkin huomioon vapaa-ajan asunnon käyttöaste vuodenajasta riippuen. Keskimääräiseksi päivän kulutukseksi tulisi noin 93 Wh/vrk, mikäli kyseinen 14 kWh kulutetaan viiden kesäkuukauden aikana eli 150 vuorokauden aikana. Kohteeseen olisi todennäköisesti ollut edullisempaa hankkia tuuli- tai aurinkosähköjärjestelmä. Sähköverkkoon liittyminen on usein helpompi ratkaisu. Sähköverkon verkkojännitteelle ei tarvitse erikseen etsiä sopivia kodinkoneita ja sähkölaitteita. Lisäksi mahdolliset vapaa-ajan asunnon laajentamissuunnitelmat tai uusien laitteiden hankinnat eivät vaadi sähköjärjestelmän osalta muutoksia, kunhan pääsulakkeen kokoa ei tarvitse suurentaa.

Aurinko- ja tuulisähköjärjestelmällä tulisi laajennusten tai energiankulutuksen mukaan muuttaa akuston ja järjestelmän kokoa, mikäli halutaan pitää mitoitus ajantasalla. Kohteessa olisi myös mahdollista liittää tuotantolaitoksia sähköverkkoon ja myydä ylimääräinen tuotettu sähkö sähköverkkoon.

5 Vertailuja

Tässä osiossa vertaillaan eri sähköistysratkaisuja ja sitä mitä niistä olisi edullisinta käyttää eri tilanteissa. Taulukossa 3 esitellään tyypillisiä vapaa-ajan asunnoissa käytettävien sähkölaitteiden energiankulutuksia vuorokaudessa. Esimerkissä tarkastellaan millainen sähköjärjestelmä vapaa-ajan asuntoon olisi parasta rakentaa, kun vapaa-ajan asuntoa käytetään pääasiassa toukokuun ja syyskuun välisenä aikana.

Laite	E / päivä	Laite	E / päivä
Kännykkä	3 Wh	Runsas LED valaistus, myös halogeenejä ja ulkovaloja	200 - 400 Wh
Kevyt LED-valaistus, muutama valopiste	20 Wh	Iso taulu-TV tai kuvaputki-TV, 2 tuntia / päivä	150 - 300 Wh
Runsas LED valaistus	80 Wh	12 V jääkaappi	200 - 500 Wh
Pieni 12 V taulu-TV, 2 tuntia / päivä	100 Wh	230 V jääkaappi	300 – 700 Wh
Vedenkeitin, 1 litra / päivä	120 Wh	Uppopumppu, 1 tunti / päivä	500 Wh
Imuri, puolen tunnin imurointi kerran viikossa	120 Wh	12 V vesipumppu talouskäyttöön	50 Wh
Kannettava tietokone, 3 tuntia / päivä	150 Wh	Stereot	100 Wh
Mikroaaltouuni, 10 minuuttia / päivä	150 Wh	Hiustenkuivain, 10 min / päivä	350 Wh
Kahvinkeitin, 5 kuppua / päivä	200 Wh	Ilmalämpöpumppu	3600 – 48000 Wh

Taulukko 3. Vapaa-ajan asunnon tyypillisten sähkölaitteiden keskimääräisiä energiankulutusarvoja vuorokaudessa [15, s. 13].

5.1 12 V sähköjärjestelmä

Vapaa-ajan asunnon sähköjärjestelmän jännitteen ollessa 12 voltia, käytetään taulukon 3 arvojen mukaista jääkaappia (350 Wh), runsasta LED valaistusta (80 Wh) sekä kahvinkeitintä (200 Wh). Pelkällä 12 voltin nimellisjännitteellä toteutetun vapaa-ajan asunnon sähköjärjestelmän energiantarve tulisi olemaan vuorokaudessa näillä arvoilla yhteenlaskettuna $350 \text{ Wh} + 80 \text{ Wh} + 200 \text{ Wh} = 630 \text{ Wh}$.

Tarvittavien aurinkopaneelien määrä määritellään kappaleessa 5.4 esitettyyn kuvaan 13 perustuen. Vapaa-ajan asuntoa käytetään pääasiassa toukokuun ja syyskuun välisenä aikana. Kyseisellä aikavälillä 100 W nimellistehoisen aurinkopaneelin energiantuotto on minimissään noin 201 W/vrk. Tällöin 100 watin nimellistehoisten paneelien lukumäärä lasketaan aiemmin tässä tutkimuksessa käytetyllä kaavalla 1

$$X = \frac{E_{\text{kulutus}}}{E_{\text{tuotanto}}}$$

jossa

E_{kulutus} = Kohteen päivittäinen energiankulutus [Wh]

E_{tuotanto} = Nimellisteholtaan 100 W aurinkopaneelien keskimääräinen energiantuotanto tarkasteltavalla ajanjaksolla [Wh]

Kaavaa 1 käyttäen saadaan tarvittavaksi aurinkopaneelien määräksi

$$X = \frac{E_{\text{kulutus}}}{E_{\text{tuotanto}}} = \frac{630 \text{ Wh}}{201 \text{ Wh}} = 3,1$$

Tulosta ylimitoittamalla 20 % tarvittavien paneelien määrä olisi noin 4 kappaletta. Tämä tarkoittaa aurinkopaneelijärjestelmää, jonka yhteenlaskettu nimellisteho olisi vähintään 400 W. Tuulivoimalan kannalta täytyy tarkastella vuosittaista tuulen määrää. Taulukossa 4 on esitetty keskiarvot menneiden vuosien tuulisista päivistä, joina tuulennopeus on noussut yli 10 metriin sekunnissa Harmajan ja Valassaarten havaintoasemilla sekä vähintään 14 metriin sekunnissa Utön ja Ajoksen havaintoasemilla. Tuulipäivät on mitattu kuukausittain.

	Tuulipäivät (≥ 10 m/s)		Kovan tuulen päivät (≥ 14 m/s)	
	Harmaja	Bredskäret	Utö	Kemi, Ajos
Kuukausi	1992-2014	1994-2014	1993-2014	1990-2014
Tammikuu	17	9	11	4
Helmikuu	12	8	8	4
Maaliskuu	12	7	5	4
Huhtikuu	9	6	3	1
Toukokuu	9	7	2	1
Kesäkuu	8	7	1	1
Heinäkuu	7	6	1	1
Elokuu	9	5	2	1
Syyskuu	11	10	4	4
Lokakuu	16	12	9	4
Marraskuu	17	10	9	4
Joulukuu	20	11	12	5
Kpl / vuosi	148	97	66	33

Taulukko 4. Tuulipäivien ja kovan tuulen päivien kappalemäärien keskiarvo vuosista 1990, -92, -93 ja -94 alkaen [24].

Taulukosta 4 on tulkittavissa, että vähiten tuuliset kuukaudet ovat huhtikuun ja elokuun välillä. Useat pientuulivoimalamallit vaativat tuulenopeutta 10-12 metriä sekunnissa tuottaakseen sähköä nimellistehollaan. Monessa kyseisessä tuulivoimalassa latausjännitteen syntymiseen tarvitaan vain 2-3 metriä sekunnissa tuulennopeutta.

Taulukon 4 mittausasemat sijaitsevat rannikolla, joten niiden arvot voivat olla hieman suuremmat kuin sisämaassa. Seuraavassa esimerkkilaskelmassa käytetään 70 W:n nimellistehoista tuulivoimalaa. Kyseinen tuulivoimala käynnistyy jo tuulennopeuden ollessa 2,6 m/s. Tuulivoimala tuottaa sähköenergiaa toukokuun ja syyskuun välisenä 150 päivän aikana seuraavasti.

Laskuissa käytetään kaavaa

$$E = P * t \quad (4)$$

jossa

E = Sähköenergia [Wh]

P = Sähköteho [W]

t = Aika [h]

Edellä mainitun kaavan 4 mukaan tuulivoimala tuottaa 10 päivän ajan sähköenergiaa nimellistehollaan.

$$70 \text{ W} * (24 * 10) \text{ h} = 16800 \text{ Wh}$$

80 päivän ajan tuulivoimala tuottaa sähköenergiaa 20 W teholla

$$20 \text{ W} * (24 * 80) \text{ h} = 38400 \text{ Wh}$$

30 päivän ajan tuulivoimala ei tuota sähköenergiaa lainkaan. Tästä saadaan 150 päivän lomailuajalle keskimääräiseksi energiantuotannoksi

$$\frac{16800 \text{ Wh} + 38400 \text{ Wh} + 0 * 30}{150} = 368 \text{ Wh}$$

Tämän 150 päivän aikana vapaa-ajan asuntoa käytetään 80 päivää ja muuna aikana vapaa-ajan asunto ei kuluta sähköenergiaa. Kyseisellä aikajaksolla vapaa-ajan asunnon energiankulutus olisi keskimäärin

$$\frac{630 \text{ Wh} * 80 + 0 * 70}{150} = 336 \text{ Wh}.$$

Vertaamalla tuotannon ja kulutuksen keskimääräisiä arvoja näyttäisi siltä, että kyseiselle kohteelle riittäisi 70 watin nimellistehoinen tuulivoimala.

Kohteen akustolle on asetettu ehdoksi, että akkujen tulisi pystyä täytenä ylläpitämään normaalia energiankulutusta viiden päivän ajan. Viiden päivän jälkeen alkujaan täyden akuston energia pitäisi olla noin 50%. Tällöin akuston haluttu kokonaisenergia E_{kok} lasketaan aiemmin tässä tutkimuksessa käytetllä kaavalla 2

$$E_{\text{kok}} = \frac{d * E_{\text{kulutus}}}{X}$$

jossa

d = Käyttöpäivien määrä

E_{kulutus} = Kohteen päivittäinen energiankulutus [Wh]

X = Akuston haluttu energiataso prosentuaalisesti d :n päivän jälkeen

Edellä mainittua kaavaa 2 käyttämällä saadaan akuston kokonaisenergiaksi

$$\frac{d * E_{\text{päivä}}}{X} = E_{\text{kok}} = \frac{5 * 630 \text{ Wh}}{0,5} = 6,3 \text{ kWh}.$$

Akkukapasiteetin I_{kap} laskemiseen käytetään tässä tutkimuksessa aiemmin käytettyä kaavaa 3

$$I_{\text{kap}} = \frac{E_{\text{kok}}}{U}$$

jossa

E_{kok} = Akuston kokonaisenergia [Wh]

U = Sähköjärjestelmän nimellisjännite [V]

Edellä mainitun kaavan 3 mukaisesti nimellisjännitteeltään 12 V:n sähköjärjestelmässä kyseisen akuston kapasiteetti on

$$I_{\text{kap}} = \frac{E_{\text{kok}}}{U} = \frac{6,3 \text{ kWh}}{12 \text{ V}} = 525 \text{ Ah}.$$

Vaihtoehtona tälle kapasiteetin vaatimuksella on kytkeä tarvittava määrä akkuja rinnan. Kolme kappaletta liitteen 7 mukaisia akkuja maksaa yhteensä 1 020 €. Pelkkällä 12 V sähköjärjestelmällä toteutettuna kyseisen kohteen sähköistyksen kulut on eritelty taulukossa 5 aurinkosähköjärjestelmän ja tuulisähköjärjestelmän osalta.

Aurinkosähköjärjestelmä	Liite	Hinta	Tuulisähköjärjestelmä	Liite	Hinta
4x100 W aurinkopaneeli	5	716,00 €	70 W tuuligeneraattori	10	568,00 €
Lataussäädin	6	195,00 €	Lataussäädin	11	240,00 €
Akusto	7	585,00 €	Akusto	7	585,00 €
4 kpl asennusteline yht.	8	236,00 €	Masto 6 metriä	12	475,00 €
Asennuskaapeli 2x6mm ² 50 metrin rulla	9	180,00 €	Asennuskaapeli 2x6mm ² 50 metrin rulla	9	180,00 €
Yhteensä:		1 912,00 €	Yhteensä:		2 048,00 €

Taulukko 5. Aurinkosähköjärjestelmän ja tuulisähköjärjestelmän hinnan erittelyt.

Kyseisessä kohteessa pelkällä 12 V jännitteen sähköjärjestelmällä aurinkoenergia voisi tulla hieman edullisemmaksi tuulienergiaan verrattuna. Järjestelmien kohdalla ei olla otettu huomioon asennuksista ja toimituksesta aiheutuvia kuluja. Valmiita tähän kohteeseen sopivia energiantuotantopaketteja löytyisi esimerkiksi PlayGreen Finland Oy:n valikoimasta. Valikoimasta löytyy tuulisähköjärjestelmän ja aurinkosähköjärjestelmän yhdistelmäratkaisu. Tämä yhdistelmäratkaisu maksaa liitteen 13 mukaisesti 2 890 €. Se on hieman kalliimpi kuin yksittäin kerätty aurinkosähköjärjestelmä, mutta paketissa tulee valmiina kaikki tarvittava. Lisäksi paketin tuulivoimala on tehokkaampi kuin edellä lasketun pelkällä tuulivoimalla toteutetun ratkaisun tuulivoimala.

5.2 230 V sähköjärjestelmä

Edellä kuvattu järjestelmä voidaan myös liittää yleiseen sähkönjakeluverkkoon. Sähköverkkoon liittymisen kustannus esimerkiksi Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n jakelualueella on taulukon 1 mukaan 4 275 € vyöhykkeen 2 mukaisella alueella. Tällöin pääsulakkeena on 3x25 A sulakkeet. Tämä on jo selvästi suurempi summa verrattuna 12 V:n sähköjärjestelmän kustannuksiin, mutta tämä antaa mahdollisuuden käyttää verkkovirtalaitteita vapaa-ajan asunnolla. Ilman sähköverkkoon liittymistä 230- tai 400 V:n järjestelmän saamiseksi tarvitaan edellisen esimerkin lisäksi yksi- tai kolmivaiheinen invertteri, joka muuntaa akuston 12 V tasasähkön 230 V vaihtosähköksi tai nimellisjännitteeltään 400 V kolmivaiheiseksi vaihtosähköksi.

Edellä kuvatun järjestelmän tehon tarve oli todella pieni, joten pieni invertteri riittäisi kyseiseen kohteeseen. Esimerkiksi liitteessä 14 mainittu 350 W siniaaltoinvertteri on hinnaltaan 172 €. Mikäli vapaa-ajan asuntoon tarvitaan enemmän energiaa ja tehoa vaativia kodinkoneita, kuten hiustenkuivaaja, pyykinpesukone tai liesi, tarvitaan tehokkaampi invertteri. Esimerkiksi liitteessä 15 mainittu 1500 W invertteri on hinnaltaan 249 €. Invertterien kanssa voidaan soveltaa tässä työssä aiemmin mainittua kahden invertterin tekniikkaa eli hankitaan pienempi ja isompi invertteri ja käytetään isompaa invertteriä vain silloin, kun tarvitaan enemmän tehoa.

6 Loppupohdinta

Työssä tutustuttiin useisiin erilaisiin vaihtoehtoihin vapaa-ajan asunnon sähköistämiseksi. Sähköistämisen hinta nousee helposti yli tuhannen euron, riippuen vapaa-ajan asunnon etäisyydestä lähimpään muuntajaan tai mahdollisen omavaraisen tuotantolaitoksen ja akuston koosta. Näyttäisi siltä, että kauempana sijaitsevalle vapaa-ajan asunnolle aurinkosähköjärjestelmä tai tuulisähköjärjestelmä voisi olla edullisempi ratkaisu, etenkin pienellä energiantarpeella. Vapaa-ajan asunnolla on sähköjärjestelmän tyypistä riippumatta mahdollista käyttää 230 V vaihtosähköä. Omavaraisella tuotannolla tarvitaan vain sopivan kokoinen invertteri. Vapaa-ajan asunnon omistajan kannalta sähköverkkoon liittyminen on helpompi vaihtoehto kuin omavaraisen sähköntuotannon rakentaminen tai rakennuttaminen. Sähköverkkoyhtiö on velvollinen liittämään vapaa-ajan asunnon sähköverkkoonsa asiakkaan sitä vaatiessa ja ylläpitämään sähköverkkoa. Aurinko- tai tuulisähköjärjestelmän ylläpito on omistajan vastuulla.

Aurinko- ja tuulisähköjärjestelmien hintaerot eivät pienillä energiankulutuksilla huomattavasti eroa toisistaan. Aurinkopaneelien paras tuotantoaika on kesällä ja tuulivoimaloiden huonoin tuotantoaika vastaavasti kesällä. Näiden kahden järjestelmän yhdistelmä toimisi erityisen hyvin ympärivuotisesti käytettävän vapaa-ajan asunnon sähköistämisessä.

Vapaa-ajan asunnon sähköjärjestelmän nimellisjännitteen ollessa 12 V tai 24 V tasasähköä, sähköjärjestelmän asennukseen ei laissa ja asetuksissa vaadita sähköpätevyystodistusta, eikä sähköalan ammatillista koulutusta eikä työkokemusta. Tällainen alemman jännitteen järjestelmä tulee todennäköisesti edullisemmaksi, mikäli vapaa-ajan asunnon kalusteiden määrästä, tehontarpeesta ja energiankulutuksesta ei ole suuria vaatimuksia. Vapaa-ajan asunnon liittäminen tulee kannattavammaksi ja helpommaksi, kun vapaa-ajan asunto sijaitsee tarpeeksi lähellä valmista muuntajaa.

Nykyään rakennetaan paljon vapaa-ajan asuntoja valmiiksi sähköistettynä ja usein niistä löytyy kaikki samat mukavuudet kuin normaalista asunnosta. Jo rakennusvaiheessa pyritään ottamaan enemmän huomioon omavaraisen sähköntuotannon mahdollisuudet vapaa-ajan asunnossa. Rakennusvaiheessa voidaan edesauttaa vapaa-ajan asunnon aurinkosähkö- tai aurinkolämpöjärjestelmän toimintaa suuntaamalla asunnon katto auringon paistetta kohti tai upottamalla aurinkopaneeleja kattorakenteisiin. Ennen järjestelmän rakentamista olisi hyvä tutustua paikallisen kunnan rakennusmääräyksiin tuuli- tai aurinkosähkön tuotantolaitosten kannalta.

Suomessa on tarjolla valmiiksi kasattuja tuulisähköpaketteja ja aurinkosähköpaketteja erilaisiin tarpeisiin. Näiden kahden järjestelmän yhdistelmiä on myös tarjolla. Sähköjärjestelmien koko vaihtelee pienitehoisista muutaman paneelin järjestelmistä suurin omakotitaloihin sopiviin järjestelmiin. Suomessa toimivia jälleenmyyjiä ovat esimerkiksi Ahjo Energia Oy, Sähkötovi Oy, SW Energia Oy ja PlayGreen Finland Oy.

Lähteet

1. Eduskunta. 2013. Sähkömarkkinalaki. Finlex. 20.4.2015.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588#Pidp4558448>
http://energia.fi/sites/default/files/ohje_vesistokaapeli_2010.pdf
2. Haastattelu lähteenä: Asiakasvastaava. Pohjois-Karjalan Sähkö. 25.2.2015
3. Hänninen, K. 2010. Sähkökaapelin vesistöön asentamisen käytännön toimenpideohje. Energiateollisuus. 20.4.2015.
4. Eduskunta. 2011. Vesilaki. Finlex. 22.4.2015.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587#L3>
5. Sesko. 2012. SFS-käsikirja 600-1 Pienjänniteasennukset. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
6. Merenkululaitos. 2003. Tiedotuslehti nro 3/23.6.2003. 20.4.2015.
<http://www.turku.fi/Public/download.aspx?ID=69558&GUID=%7B2C12268C-C18A-4EB2-A433-2FCE1B6344C5%7D>
7. PKS Sähkönsiirto Oy. 2015. Sähköverkkopalveluiden hinnasto.
8. Öster, H. 2014. Auringosta lämpöä ja sähköä. Motiva Oy. 20.4.2015.
http://www.motiva.fi/files/9698/Auringosta_lampoa_ja_sahkoa2014.pdf
9. Usein kysyttyä aurinkopaneeleista, aurinkopaneelien asennuksesta jne. Finnwind. 20.4.2015. <http://www.finnwind.fi/aurinkovoima/#aurinkopaneelit-verkkoinvertteri>
10. Aurinkoenergia. Motiva. 2.5.2015.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia
11. Aurinkolämpö. Motiva. 7.5.2015.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolamp_o
12. Aurinkoenergialla lämmintä käyttövettä. Solarblue. 20.4.2015.
<http://solarblue.fi/tuotteet.html>
13. Sesko. 2012. SFS-käsikirja 600-3 Sähköasennukset. Osa 3: Sähköturvallisuus. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
14. Windspot 1,5 kW mökille. Kodin energia. 20.4.2015.
<http://www.kodinenergia.com/tuulivoimala-moekille>
15. Kämpylehto, J. 2014. Sähköistä itse kesämökkisi aurinko- ja tuulienergialla. 20.4.2015. <http://www.biomass.fi/upload/kalvot-13-5-2014-kapylehto.pdf>
16. Vaaka- ja pysty akseliset turbiinit. Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 20.4.2015.
<http://www.tuulivoimatieto.fi/pysty akseliset>
17. L, Rozenblat. 2008. Home generators basics. 7.5.2015.
<http://www.smps.us/home-generators.html>
18. Aggregaattien kuvat. Wikipedia. 7.5.2015
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Aggregaatti>

19. Tuulivoimaopas. Energiateollisuus ry, Suomen Tuulivoimayhdistys ry, Motiva ja ympäristöministeriö. <http://www.tuulivoimaopas.fi/> 10.5.2015
20. Joensuun kaupungin rakennusjärjestys. 2013. Joensuun kaupunki. <http://www.joensuu.fi/rakennusjarjestys> 11.5.2015
21. Haastattelu lähteenä: Risto Herranen. Tarkastusrakennusmestari. Joensuun kaupunki, 11.5.2015
22. Kontiolahden kunnan rakennusjärjestys. 2014. Kontiolahden kunta. <http://www.kontiolahti.fi/rakennusjarjestys> 11.5.2015
23. Lehto, I. 2011. Sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon. Energiateollisuus. <http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/pientuotanto> (http://energia.fi/sites/default/files/ohje_tuotannon_liittamisesta_jakeluverkkoon.pdf) 10.5.2015.
24. Tuulitilastot. Ilmatieteenlaitos. 25.4.2015. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tuulitilastot>

Liitteet

Liite 1

www.sahkonumerot.fi/0624100/pdf/ (7.5.2015)

sähkönumerot.fi
SÄHKÖTARVIKKEIDEN TUOTETIETOPALVELU NETISSÄ

Sivu: 1/2

Keskijännitekaapeli Prysmian - AHXAMK-WM 3x50+62 10kV - Prysmian



Sähkönumero	06 241 00
Yleisnimi ja tuotesarja	Keskijännitekaapeli Prysmian
Tekninen nimi	AHXAMK-WM 3x50+62 10kV
Pitkä tuotenimi	
GTIN-koodi	6410006241002
Toimittajan tuotekoodi	
Toimittajan tuotekoodi 2	
Toimittaja	Prysmian Finland Oy /
Tuotemerkki	Prysmian
Tuoteryhmä	06 Voimakkaapelit



Alumiinijohtiminen PEX-eristeinen 10 kV vesitiivis MULTI-WISKI?-yleiskaapeli (3-johdin)

Standardi: IEC 60502, HD 620-10F

Käyttö: Maa-asennukset myös auroamalla sekä kiinteät hylly- ja kanava-asennukset sisällä ja ulkona. Pylväsasennukset ja Vesistöasennukset.

Rakenne:

Johdin: Vesitiivis pyöreä tiivistetty alumiini johdin (25 mm² yksilankainen).

Eriste: PEX-muovi, puolijohtavat kerrokset eristeen alla ja päällä.

Kosketussuoja: Alumiini-muovilaminaatti myös poikittaissuuntaisena vesitiivistyksenä.

Vaihevaippa: Sääkestävä musta PE-muovi.

Kannatin: Vesitiivis pyöreä mutamalkanainen sinkitty teräsköysi, joka on päällystetty mustalla sääkestävällä PE-muovilla.

Kertaus: Kolme vaihattua vaihetta kerrattu kannattimen ympärille.

Tuotteen täydentävät tiedot

Alkuperämaa	Takuuaika (kk)	Tullinimike	UNSPSC-koodi	ETIM-luokka
FI		85446090	26121629	EC001140
Käyttöyksikkö	Muunnoskerroin	Myyntiyksikkö	Muutospäivä	Julkaisupäivämäärä
MTR	1	MTR	23.01.2014	07.05.2007
Sähkönimikkeistö				
S2211				

Käännöstiedot

Kieli	Yleisnimi	Tekninen nimi
English	Medium voltage power cable	AHXAMK-WM 3x50+62 10kV
Svenska	Mellanspänningskabel	

Pakkauskoot

Pakk.koko1

Pakk.koko2

Pakk.koko3

Pakk.koko4

1

500

Liite 2

<https://www.sahkonumerot.fi/0658931/doc/brochure/> (7.5.2015)



AHXAMKPJ-W

FI

Alumiinijohtiminen PEX-eristeinen 20 kV vesistökaapeli

KÄYTTÖ

Vesi- ja maa-asennukset

Johtimen suurin sallittu lämpötila:

- jatkuvassa käytössä: 90 °C
- vikatilanteessa (kesto enintään 5 s): 250 °C

Alin suositeltu käsittelylämpötila: -5 °C

RAKENNE

Johdin	Vesitiivis pyöreä tiivistetty alumiinijohdin
Johdinsuoja	Puolijohtava muovi
Eristys	PEX-muovi
Hohtosuoja	Puolijohtava muovi
Vesitiivistys	Veden vaikutuksesta paisuva puolijohtava nauha
Kosketussuoja	Alumiini-muovilaminaatti, joka toimii samalla poikittaissuuntaisena vesitiivistyksenä
Vaihevaippa	Säikestetty musta PE-muovi
Kertaus	Kolme vaihtuvaa vaihetta kerrattu keskenään pyöreiden täytteiden kanssa
Armeerauspeti	Paperi, bitumi, juutti
Armeeraus	Sinkitty teräspyörölanka
Ulkosuoja	Juutti, bitumi, polypropeenilanka

Kaapeliin voidaan tarvittaessa lisätä valokuituyksiköitä tiedonsiirtoa varten.

MERKINTÄ

Prysmian, tuotteen nimi, valmistusaika, vaihevaipan materiaalimerkintä

STANDARDIT

IEC 60502-2
HD 620-10F (soveltuvin osin)

SERTIFIKAATIT/HYVÄKSYNNÄT

NIMELLISJÄNNITE

U₀/U = 12/20 kV, U_m = 24 kV



Tuotteen nimi				AHXAMKPJ-W 3x50 20 kV	AHXAMKPJ-W 3x150 20 kV	AHXAMKPJ-W 3x240 20 kV
EAN-numero		(Sähkönumero)	64 100+	06 589 30-2	06 589 31-9	06 589 32-6
Tullikoodi				8544 60 90		
RAKENNETIETOJA						
Johdinten halkaisija (1)		mm	7,6	14,1	18,1	
Vaihevaipan halkaisija (1)		mm	26	35	37	
Ulkohalkaisija (1)		mm	70	90	98	
Armeerauslangan halkaisija (1)		mm	4,0	4,0	4,0	
Massa (1)		alumiini	kg/km	510	1350	2200
		teräs	kg/km	4550	6250	6600
		kaapeli	kg/km	7600	11500	13300
TOIMITUSTIETOJA						
Vakiotoimituspituus		m	Sopimuksen mukaan			
MEKAANISIA ARVOJA (3)						
Pienin sallittu taivutussäde asennusvedossa		vaihe	m	0,39	0,53	0,56
		kaapeli	m	1,26	1,62	1,77
Pienin sallittu taivutussäde lopullisessa asennuksessa (4)		vaihe	m	0,28	0,37	0,39
Suurin sallittu asennusvetovoima laskun aikana		kN	72	96	105	
SAHKÖISIÄ ARVOJA (3)						
Vaihejohtimen maks. tasavirtaresistanssi		johdin 20°C	Ω/km	0,641	0,206	0,125
Vaihejohtimen vaihtovirtaresistanssi (1)(2)		johdin 65°C	Ω/km	0,76	0,25	0,15
		johdin 90°C	Ω/km	0,82	0,27	0,16
Induktanssi vaihetta kohti (1)			mH/km	0,44	0,37	0,34
Käyttökapasitanssi (1)			µF/km	0,17	0,24	0,30
Varausvirta (1)			A/km	0,6	0,9	1,1
Maasulkuvirta (1)			A/km	1,8	2,6	3,2
KUORMITETTAVUUS (3)						
Maassa (2)		johdin 65°C	A	140	260	340
Ilmassa (2)		johdin 65°C	A	130	250	330
		johdin 90°C	A	160	305	400
TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS (3)						
Suurin sallittu 1 sekunnin oikosulkuvirta		vaihejohdin (5)	kA	4,7	14,1	22,6
		kosketussuoja (6)	kA	2,2	2,8	3,2

(1) Likiarvo

(2) Kosketussuojat kytketty yhteen yhteyden molemmissa päissä.

(3) Katso taulukkoarvojen lähtöoletukset kappaleesta Yleistä tuotetietoa.

(4) Taivutus on tehtävä varovaisena ja tasaisena kertataivutuksena.

(5) Johtimen lämpötila on ennen oikosukua 90°C ja oikosulun päättyessä 250°C.

(6) Kosketussuojan lämpötila on ennen oikosukua 85°C ja oikosulun päättyessä 250°C.

OPTOELEMENTTI, OMINAISUUKSIA

Kuitutyyppi Yksimuotokuitu (SM)


Kuitujen lukumäärä 2 - 96

Vaimennus, maks.

- aallonpituus 1310 nm 0,43 dB/km
- aallonpituus 1550 nm 0,28 dB/km

Liite 3

http://www.alibaba.com/product-detail/high-capacity-deep-cycle-lfp-24v_60122967385.html (7.5.2015)



POLINovel.en.alibaba.com

PL Energy

Long Life Cycles
High Power Output
Environment Friendly

ZOOM

high capacity deep cycle lfp 24v 500ah solar battery

FOB Price: US \$ 6,000 - 6,600 / Piece | [Get Latest Price](#)

Min. Order Quantity: 1 Piece/Pieces sample order is welcome

Supply Ability: 50000 Piece/Pieces per Month

Port: shenzhen

Payment Terms: L/C,T/T,Western Union

[✉ Contact Supplier](#)
 Leave Messages

This supplier supports Trade Assurance.

Follow the Trade Assurance process and get:

- On-time shipment and pre-shipment product quality safeguards
- Refund up to the covered amount agreed with your supplier
- Supplier's Trade Assurance Limit: **US \$22,000**

[Learn More >](#)

Quick Details

Place of Origin:	Guangdong, China (Mainland)
Composed Type:	8SP
Size:	2pcs * 597*374*314 mm
Nominal Capacity:	500 Ah
Terminal:	Anderson
Certificates:	CE, ROHS, UL

Brand Name: POLINOVEL

Type:	LIFEPo4
Voltage:	25.6V
Application:	solar system, wind system, ups, energy...
Cycle life:	> 2000 times
Samples:	Available

Product Details

Company Profile

Report Suspicious Activity

Liite 4

http://www.alibaba.com/product-detail/DB12-200-battery-6v-200ah-solar_1422361142.html (7.5.2015)

FJdouble




FUJIAN DOUBLE TECH CO., LTD.
www.fjdouble.com

CE ISO9001 ZOOM

[See larger image](#)

DB12-200 battery 6v 200ah solar battery price

FOB Price:	US \$ 136 - 230 / Piece Get Latest Price
Min. Order Quantity:	1 Piece/Pieces
Supply Ability:	100000 Piece/Pieces per Month
Port:	FUZHOU, XIAMEN, GUANGZHOU, SHENZHEN, SHANGHAI, etc
Payment Terms:	L/C,T/T,Western Union

[Contact Supplier](#)
 [Chat Now!](#)

[Add to Inquiry Cart](#)
 [Add to My Favorites](#)

Quick Details

Place of Origin:	Fujian, China (Mainland)
Usage:	AGM,UPS,Solar system,etc
Maintenance Type:	Free
Nominal Capacity:	200AH
Certifications:	ISO9001,CE,MSDS

Product Details

Company Profile

Report Suspicious Activity

Brand Name: DOUBLE TECH

Voltage: 12v

Size: 522*240*216/236mm

Color: DB12-200 battery 6v 200ah:black,gree...

Model Number: DB12-200(12v 200ah)

Sealed Type: Sealed

Weight: 57.5kg

Main Market: DB12-200 battery 6v 200ah:Europe,Am...

Liite 5

<http://www.playgreen.fi/product/180/sw100-100w-aurinkopaneeli> (7.5.2015)

SW100 100W aurinkopaneeli

Hinta **179,00€**
Osamaksulla Alkaen 10,70€/kk

Määrä:

1

Lisää ostoskoriin



SW Energian Standard-paneelisarja on kehitetty mökkikäyttöä silmälläpitäen. Paneelissa on tukeva kehys jonka ansiosta se toimii erinomaisesti myös vaativissa olosuhteissa. Yksikiteinen tekniikka on erittäin valoherkkä ja tehokas.

Latausvirta 5,8 A
Mitat 1195×542×35
Paino 10,7 kg

Liite 6

<http://www.playgreen.fi/product/583/swcs-30a-aurinkopaneelisaadin> (7.5.2015)

SWCS 30A aurinkopaneelisäädin

Hinta **195,00€**
Osamaksulla Alkaen 9,00€/kk

Määrä:

1

Lisää ostoskoriin





Säätimen näyttö on selkeä ja siitä ilmenee jännitteen, lataus- ja kulutusvirran lisäksi kulutetut ja tuotetut ampeeritunnit. Säätimessä on kuorman pääkytkin.


Aurinkopaneelin liitoksia on kaksi ja säätimen maksimi latausvirta on 20 A (300 W 12 V) sekä suuremmassa mallissa 30 A (450 W 12V).

Säädin on suojattu väärää polariteettia, oikosulkua sekä ylijännitettä vastaan. Siinä on myös akkuvaihti. Säätimessä on lämpötilakompensatio sekä kolmivaiheinen lataustekniikka.

Liite 7

http://www.alibaba.com/product-detail/12V-200Ah-Deep-cycle-Rechargeable-Solar_60121781746.html (7.5.2015)





www.arosibattery.com


12V 200Ah Deep cycle Rechargeable Solar GEL Battery

FOB Price:	US \$ 10 - 200 / Piece Get Latest Price
Min. Order Quantity:	1 Piece/Pieces
Supply Ability:	15000 Piece/Pieces per Month
Port:	Foshan
Payment Terms:	L/C,T/T,Western Union,MoneyGram

[!\[\]\(aa734cea3e36b1c3166cac7fb4edde58_img.jpg\) Contact Supplier](#)
[!\[\]\(143c49c853033fa46e5881c755139149_img.jpg\) Leave Messages](#)

 Add to Inquiry Cart
 Add to My Favorites

[See larger image](#)

 ZOOM

Liite 8

<http://www.playgreen.fi/product/183/saadettava-teline-multi> (7.5.2015)

Säädettävä teline multi

Hinta	59,00€
Osamaksulla	Alkaen 8,95€/kk

Määrä:

1

Lisää ostoskoriin



Säädettävän telineen avulla voidaan aurinkopaneelin kulmaa säätää kesän aikana jolloin saadaan paneelista suurempi hyöty. Telineet asennetaan poikittain paneelin yli jolloin paneeli asettuu normaalisti vaaka-asentoon. Paneeli voidaan myös talveksi säätää täysin ala-asentoon jos siihen pääsee kohdistumaan suuria lumikuormia.

Liite 9

<http://www.taloon.com/asennuskaapeli-sunwind-2x6mm-50-m-valkoinen/SWND-540341/dp> (7.5.2015)

Etusivu > LVI ja Sähkö > Sähkötarvikkeet > Aurinkosähkö, akut, UPS > 80 Aurinkosähkö

Asennuskaapeli Sunwind 2X6mm 50 m valkoinen

HINTA: 180 € /KPL
% sis. 24% ALV

Määrä: KPL **LISÄÄ OSTOSKORIIN**

Toimitusaika: n. 3-5 arkipäivää.
Rahti: **Ilmainen toimitus!**

Valkoinen Sunwind asennuskaapeli 2 x 6 mm² on hienosäikeistä kuparikaapelia, jota käytetään matalajännitteasennuksissa. Kaapeli on parikaapelia, joka soveltuu hyvin 12 V valaisimien ja pistorasoiden asennukseen.

Tuotetiedot:

- Tuotemerkki: Sunwind
- Tuotenumero: SWND-540341
- Väri: Valkoinen
- Toimitus 50 m rullassa




RAHTI 0€

Komentoi

Liite 10

<http://www.playgreen.fi/product/612/marlec-rutland-910-3-wind-turbine-70w-1224v--pelkka-generaattori-ilman-siipia> (7.5.2015)

Marlec Rutland 910-3 Wind Turbine 70W 12/24V- Pelkkä generaattori ilman siipiä!

Hinta **125,00€**
Suositushinta ~~668,00€~~
Osamaksulla Alkaen 8,95€/kk

Saatavuus Varastossa

Määrä:

1

Lisää ostoskoriin



Tekniset tiedot

Teho 70W

Jännite 12/24V

Ominaistuuli 10 m/s

Käynnistystuuli 2.6 m/s

Halkaisija 0.91 m

Siipiä 5

Paino 17 kg

Liite 11

<http://www.playgreen.fi/product/610/rutland-hr-di-lataussaadin-tuuligeneraattorille-ja-aurinkopaneeleille> (7.5.2015)

Rutland HRDi lataussäädin tuuligeneraattorille ja aurinkopaneeleille

Hinta **150,00€**
Suositushinta 240,00€
Osamaksulla Alkaen 9,00€/kk

Määrä:

1

Lisää ostoskoriin



Laadukas lataussäädin tuuligeneraattoreille ja aurinkopaneeleille

Marlec HRDi lataussäädin johtaa markkinoita pienten tuuligeneraattorien teknologiassa ominaisuuksissa. HRDi-säätimessä yhdistyvät korkealaatuinen tuuligeneraattorin sekä maksimissaan 160 W aurinkopaneelien lataussäädin.

Monivaiheinen latauksenohjaus tarjoaa asianmukaisen latauksenvalvonnan eri lataustasoilla jota tarvitaan varmistamaan että akuista saada maksimiteho ja että niiden käyttöikä on pitkä sekä pitävät latauksen.

Lataussäädin HRDi digitaalinäytöllä on suunniteltu käytettäväksi Rutland 500- sekä 900-sarjan tuuligeneraattorien kanssa.

Ominaisuudet

Pulse Width Modulation (PWM) latauksenvalvonta on nyt entistäkin tarkemmin kontrolloitua viimeisimpien ohjelmoitavien mikroprosessorien ansiosta

HRDi monitoroi akkujännitettä PWM-tekniikkaa yllä latauksen estämiseksi

Akuston täytyessä HRDi säätelee tuuligeneraattorin ja aurinkopaneelien virtaa ja laskee sen oikealle ylläpitolatauksen tasolle

Tämä ominaisuus vähitellen sähköisesti jarruttaa tuuligeneraattorin pyörimistä ja jättää loppuen lopuksi tuuligeneraattorin pyörimään "tyhjäkäynnille" pidentäen tuuligeneraattorin käyttöikää

Kun akustoa aloitetaan purkamaan tuuligeneraattori vastaa nopeuttamalla pyörimisnopeutta ja näin ollen lisää lataustehoa

Aurinkopaneelien kanssa latausta rajoitetaan samalla tavalla

Älykäs mikrokontrollerijärjestelmä on ohjelmoituna säätimeen jonka ansiosta latausta voidaan vaihtaa päälatausvaiheesta ylläpitovaiheeseen

Tämä ominaisuus takaa että akut tulevat optimaalisesti ladattua

Digitaalinen näyttö ilmoittaa erikseen tuuligeneraattorin sekä aurinkopaneelin tuottaman latauksen ampeeritunteina, jännitteet, virrat ja lataustilan

HRDi-säädin voi ladata kahta akustoa kerrallaan sekä 12 V tai 24 V järjestelmissä

Käsi käyttöisellä katkaisimella voidaan haluttaessa katkaista tuuligeneraattorin sekä aurinkopaneelin lataus akustoon

Tuuligeneraattori siirtyy tällöin jarrutettuun "tyhjäkäynti" -tilaan

Helppoasenteiset kaapeliliitännät tuuligeneraattorin, aurinkopaneelien sekä akuston kytkentään

Lämpötilakompensoinnin ansiosta säädin säätää latausta optimoiden sen eri lämpötiloissa

Sisäänrakennetun diodin ansiosta vältetään ongelmat usean eri latauslähteen liittämisestä samaan akustoon (Aurinkopaneelit pitää eristää diodeilla)

Automaattinen jännitteen tunnistus 12 V tai 24 V järjestelmiin (Asennuksessa akusto pitää kytkeä säätimeen ansimmaisena)

Sisäänrakennettu sulake lataukselle suojaa järjestelmän mikä akunapaisuus kytketään vahingossa väärin

Tekniset tiedot

Sisäänmenokapasiteetti:

1 x Rutland 914i tai FM910-4 Furlmatic tai Rutland 504 Windcharger sekä 160 W aurinkopaneelitehoa. Kytkentä yhteen akustoon.

Digitaalinen näyttö jännitteelle, latausvirralle sekä ampeeritunneille

Voidaan liittää kaksi eri akustoa

Mitat: 193 × 127 × 40 mm; 420 g

Liite 12

<http://www.playgreen.fi/product/156/masto-tuulikoneelle> (7.5.2015)

Masto tuulikoneelle

Hinta **475,00€**
Osamaksulla Alkaen 21,90€/kk

Määrä:

1

Lisää ostoskoriin



Masto tuulikoneelle

6 metrin masto tuuligeneraattorille sisältäen asennustarvikkeet.

Liite 13

<http://www.playgreen.fi/product/12/combi-paketti-100w--tuuligeneraattori> (7.5.2015)

Combi paketti 100W + tuuligeneraattori

Hinta **2 890,00€**
Osamaksulla Alkaen 133,30€/kk

Määrä:

1

Lisää ostoskoriin



Combi paketti

Sopiva startti sinulle joka haluat nauttia mökin mukavuuksista myös pidemmällä kertakäynneillä. Voimalapakettimme pitää sisällään sen, mitä tarvitset perusasennukseen. Järjestelmä sisältää myös normikäyttöön tarkoitetun akkupankin. Paketin säädin on varustettu digitaalisella näytöllä josta ilmenee aurinkopaneelin ja tuulikoneen lataus sekä akkupankin tiedot reaaliaikaisesti.

Mitoituksen lähtökohta on, että mökkiä käytetään ympärivuotisesti, enimmäkseen viikonloppuisin, kesällä toki välillä pidempiäkin aikoja. Järjestelmän akkusuositus on 400–600 Ah akusto, riippuen lähinnä kertakäyntien pituudesta. Paketti sisältää kaksi 303 Ah SW AGM akkua.

Mitoita akkupankkisi vastaamaan myös tulevaa tarvetta, ylimitoittaminen lisää myös akkujen elinikää. 100 W aurinkopaneelilla ja tuulivoimalalla saa mökkeilijä mökilleen toimimaan valaistuksen, TV:n, paineveden 12 V:n painevesipumpulla, kännykän ladattua sekä muut pienet sähkölaitteet toimimaan. Inverterin (ei sis.) avulla voit käyttää myös muita pieniä verkkovirtalaitteita, esim. viihde-elektroniikkaa. Myös säiliömallinen kompressorikäyttöinen jääkaappiarkku voidaan lisätä pakettiin.

Kpl Tuote

- 1 SW100 Standard aurinkopaneeli 100 W
- 1 Asennusteline aurinkopaneelille
- 1 SW-450 Tuuligeneraattori säätimellä 12V max. 600 W
- 1 Masto tuulikoneelle, 6 m
- 1 SW Sulakeboksi 3×10A ja pääkytkin 40A
- 2 Akku SW AGM 303 Ah
- 1 Kaapeli 2×2,5 mm, rulla 50 m
- 2 Johtonaula, 2,5-4 mm kaapelille, 100 kpl
- 4 Pistotulppa
- 1 Tup.syt.pistoke seinäasennettava
- 4 Pistorasia
- 4 KytKentärasia
- 1 Akkukaapeli akkujen väliin
- 1 Asennuskaapeli säätimen ja akun väliin
- 1 Asennuskaapeli paneelin ja säätimen väliin n. 5m
- 1 Ruuvipussi

Liite 14

<http://www.playgreen.fi/product/219/phoenix-sinusmax-12v350w-siniaaltoinvertteri>
(7.5.2015)

Phoenix SinusMax 12V/350W siniaaltoinvertteri

Hinta **172,00€**
Osamaksulla Alkaen 10,30€/kk

Määrä:

1

Lisää ostoskoriin



Victron SinusMax siniaaltoinvertterit

Victron SinusMax-invertterit ovat valmistettu ammattikäyttöön ja tuottavat siten erittäin puhdasta sähkövirtaa ja soveltuvat näin kaikkien sähkölaitteiden käyttöön tehoalue huomioiden.

Victron invertteri soveltuu erityisesti herkkien sähkölaitteiden, kuten tietokoneiden virtalähteeksi. Kauko-ohjaimen avulla laite on helppo sammuttaa esim. yön ajaksi (lisävaruste). Neljä tehoa, tarkista käyttölaiteista vaadittu tehontarve. Saatavana myös 24 V sekä 48 V:n syöttöjännitteellä (tilaustuote).

Victron SinusMax 12/350

Siniaaltoinvertteri 350 W ja sitä pienempien käyttölaitteiden käyttöön.

Liite 15

<http://www.playgreen.fi/product/495/paco-1500w-invertteri> (7.5.2015)

PACO 1500W invertteri


Hinta **249,00€**

Osamaksulla Alkaen **11,50€/kk**

Määrä:

1

Lisää ostoskoriin



Edullinen ja toimiva vaihtomuunnin peruskäyttöön. Vaihtovirta jota invertteri tuottaa on "modifioitua siniaaltoa", jonka teho on noin 90 % puhtaaseen siniaaltoon verrattuna. Soveltuu normaaliin viihde-elektroniikkakäyttöön ja yleisimmille sähkölaitteille. Suojattu liian alhaista ja korkeaa jännitettä, oikosulkua ja ylikuormitusta vastaan. Valitse invertteri käyttölaitteen kuorma huomioiden. Saatavana myös 24V:n järjestelmälle.

- Jatkuva teho 1800 W
- Hetkellinen teho 3500 W
- Oma kulutus ilman kuormaa 1,2A
- Sähkön laatu Mod. Siniaalto
- Syöttöjännite 12 V
- Paino 3,4kg
- Mitat P x L x K 340×190×70